

Antti Ylipukki

YLI 76 TONNIN AJONEUVOYHDISTELMÄ KAPPALETAVARAKULJETUKSIIN

**YLI 76 TONNIN AJONEUVOYHDISTELMÄ
KAPPALETAVARAKULJETUKSIIN**

Antti Ylipukki
Opinnäytetyö
Kevät 2015
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikka, auto- ja kuljetustekniikka

Tekijä: Antti Ylipukki
Opinnäytetyön nimi: Yli 76 tonnin ajoneuvoyhdistelmä kappaletavarakuljetuksiin
Työn ohjaaja: Mauri Haataja
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2015 Sivumäärä: 100 + 12 liitettä

Opinnäytetyössä selvitettiin raskaassa ajoneuvokalustossa käytettävien yli 76 tonnia painavien yhdistelmien mahdollistamista kappaletavarakuljetuksissa Suomen sisäisessä tieliikenteessä. Materiaalina on käytetty valmistajilta, jälleenmyyjiltä ja korjaamoilta saatuja sekä internetsivustoilta löytyviä tietoja. Aiheena niin kutsutut HCT-yhdistelmät ovat ajankohtaisia, koska ajoneuvoyrittäjät etsivät uusia ratkaisuja kannattavampaan yrittämiseen. Suomessa otettiin käyttöön uudet painoluokat 1.10.2013. Uudet massat ja mitat ovat voimassa siirtymäkauden 30.4.2018 saakka.

Työn alussa on lueteltu kuljetusalan sanoja ja lyhenteitä, minkä jälkeen selvitetty lakien ja standardien asettamat rajoitukset, jotka koskevat yhdistelmien rakennetta ja käyttöä yleisillä teillä. Raskaiden ajoneuvoyhdistelmien liikennöintiä rajoittavat ja tiestön kunnossapitoa hallinnoivat virastot kuten paikalliset ELY-keskukset. Työssä on myös kartoitettu, miten kuljetuskaluston suuremmat kokonaismassat vaikuttavat esimerkiksi päästöihin ja energiatehokkuuteen. Lisäksi on selvitty raskaan ajoneuvokaluston muutokset vuosien varrelta, joihin kuuluvat paino, akseleiden lukumäärä, korkeus ja pituus. Opinnäytetyössä vertailaan kahta eri moduuliyhdistelmää.

Veto- ja kytkentälaitteita koskevat standardit ja määräykset sekä laskentakaavat on havainnollistettu esimerkkien avulla. Lisäksi on esitetty veto- ja kytkentälaitteiden sijoitus sekä kiinnitystä koskevat rajoitukset standardien mukaisesti. Työssä on esitetty vetopalkin kiinnitykseen tarvittavat osat ja materiaali vaatimukset sekä muokkauksen rajoitteet. Vetopalkin sijoitus puoliperävaunun takaosaan sekä sivulevyjen vahvistaminen on esitetty esimerkin avulla. HCT-yhdistelmien vertailuun on kirjattu hyödyt ja haitat.

Asiasanat: HCT, B-linkki, moduuli, kappaletavarakuljetukset, energiatehokkuus

ALKULAUSE

Alkuperäisen opinnäytetyön aihe oli 100 tonnin ajoneuvoyhdistelmä kappaleta-varakuljetuksiin. Työn tarkoituksena oli tehdä erään kuljetusyrityksen kalustoon pohjautuen kuljetustarpeiden optimointi. Alkuperäinen suunnitelma muuttui kuljetusyrityksen kiinnostuksen lopahdettua. Aihe oli kypsynyt jo tiedonkeruuvaiheeseen, joten aiheeseen liittyvää materiaalia löytyi riittävästi. Materiaalin hylkäämisen sijasta vain opinnäytetyön nimi koki päivityksen, koska jo kerättyjä tietoja oli mahdollista hyödyntää uudistetussa työssä.

Haluan kiittää ohjaavaa opettajaa, yliopettaja Mauri Haatajaa, Närkö Finland Ab:n toimitusjohtaja Kurt Håkansia ja SKAL:n päätoimittaja Heini Palamoa. Erityiskiitokset osoitan Kome Oy:n myyntipäällikkö Seppo Saarniolle sekä BPW Kraatz Oy:n toimitusjohtaja Henrik Danielssonille.

Lisäksi haluan kiittää kohtalotoveria ja insinööriopiskelija Sami Karjalaista, jonka kanssa vietettiin aikaa koululla toisiamme tukien, ajatuksia vaihtaen. Myös entinen luokkatoverimme Vesa Mukkala ansaitsee erityiskiitoksen koko opiskelujaksosta ja ystäväyydestä. Kaikkein suurimmat kiitokset kuuluvat kuitenkin rakkaalle aviovaimolleni Merjalle, joka jaksoi kannustaa ja potkia eteenpäin silloin, kun motivaatio oli pohjalukemissa.

Oulussa 2015

Antti Ylipukki

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ALKULAUSE	4
SISÄLLYS	5
SANASTO	8
1 JOHDANTO	10
2 AMMATTITERMIT	12
3 LAIT JA STANDARDIT	20
3.1 Suomen tieliikennelaki	20
3.1.1 Määritelmät	20
3.1.2 Ohjattava akseli	21
3.1.3 Akselille ja telille kohdistuvat massat	22
3.1.4 Auton massa	24
3.1.5 Auton ja perävaunun yhdistelmän massa	25
3.1.6 Auton, perävaunun ja niiden yhdistelmän pituus	28
3.1.7 Muut päämitat	29
3.1.8 Ajoneuvoyhdistelmän kääntyminen	30
3.1.9 Erinäisiä poikkeavia säännöksiä	32
3.2 ECE-R55	32
3.3 ISO 18868: 2013 -standardi	34
3.4 Trafi	34
3.5 ELY-keskus	36
4 TUESTÖN KÄYTTÖ	38
5 SILTOJEN PAINORAJOITUKSET	41
6 LIIKENTEEN ENERGIAATEHOKKUUS	43
6.1 Tavaraliikenteen energiatehokkuus	44
6.2 Taloudellinen ajotapa	44
6.3 Liikenteen päästöt	45
6.4 Tulevaisuuden energiamuodot	47
7 MITTOJEN JA MASSOJEN KEHITYS	49
8 KULJETUSKALUSTO	52
8.1 Vetoauto	54

8.2 B-linkki	56
8.3 Puoliperävaunu	57
8.4 Dolly	57
8.5 Rengasvalinnat	58
9 VETO- JA KYTKENTÄLAITEET	61
9.1 Vetoaisa	61
9.1.1 Vetosilmukka	62
9.1.2 Vetosilmukan hela	63
9.2 Vetokytin	64
9.2.1 Perusvetokytin	65
9.2.2 Kiinteäkitainen dolly-vetokytin	66
9.3 Vetopöytä	68
9.3.1 ECE-R55:n rakennemitat	71
9.3.2 ISO 1726	72
9.3.3 Ohjattavuusvaatimukset	75
9.3.4 Vapaa tila	77
9.3.5 Sijainti	78
9.4 Vetotappi	78
10 VETOPALKKI	80
10.1 Sivulevyt	81
10.2 Pultit ja mutterit	82
10.3 Vetopalkin ja poskilevyjen kiinnitys rajoituksia	84
11 VETOPALKIN SIJOITUS PUOLIPERÄVAUNUUN	86
11.1 KOME OY	88
11.2 Vetopalkin kiinnitysesimerkki	89
12 HCT-YHDISTELMÄN HYÖDYT	92
13 HCT-YHDISTELMÄN HAITAT	95
14 YHTEENVETO	96
LÄHTEET	97

LIITTEET

Liite 1 Lähtötietomuistio

Liite 2 SKAL kuljetusbarometri 3/2014, diat 1 - 22.

Liite 3 Autoalan Tiedotuskeskuksen tilasto

Liite 4 Ajoneuvoyhdistelmä A

Liite 5 Ajoneuvoyhdistelmä B

Liite 6 ECE-R55 SIVUT 22 - 38.

Liite 7 Tiedote JYKI Group

Liite 8 Tiedote KOME Oy

Liite 9 Tiedote Trailer-Metalli Oy

Liite 10 Ohje Sisu Auto Trucks Oy

Liite 11 Vetopalkin ja poskilevyjen kiinnitysrajoituksia

Liite 12 Vahvistettu poskilevy

SANASTO

α = alpha

β = beta

γ = gamma

ATF = Auto ja Tietoforum

B-linkki = linkkivaunu

CO = hiilimonoksidi

CO₂ = hiilidioksidi

CH₄ = metaani

dolly = apuvaunu

ECE - R55 = Euroopan Unionin sääntö kytkentä- ja vetolaitteista

ELY = Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus

Hanhenkaula = puoliperävaunun etupään kaareva alaosa, joka kuljetettaessa on vetoauton vetopöydän päällä

HCT = High Capacity Transport = yli 76 tonnin ajoneuvoyhdistelmä

NO_x = typen oksidit

N₂O = typpioksiduuli

PM = pienhiukkaset

SKAL = Suomen Kuljetus ja Logistiikka ry

Semi-Trailer = puoliperävaunu

Single = ykköspyörä

SO₂ = rikkidioksidi

KingPin = vetotappi

kN = kilonewton

leasing = liisaus = käyttöomaisuuden pitkäaikainen vuokraus

LNG = liquefied natural gas = nesteytetty maakaasu

Trafi = Liikenteen Turvallisuusvirasto

Tractor = puoliperävaunun vetoauto, rekkaveturi

94/20/EY = Euroopan Unionin vetolaitedirektiivi

1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä selvitetään yli 76 tonnia painavien ajoneuvoyhdistelmien rakenne-, kytkentä- ja mitoitusvaihtoehtoja. Aiheena nämä yli 76 tonnin HCT-yhdistelmät ovat ajankohtaisia, koska Suomessa otettiin käyttöön 1.10.2013 uudet painoluokat. Painoluokat kertovat suurten ajoneuvoyhdistelmien kokonaismassat. Uudet massat ja mitat ovat voimassa siirtymäkauteen 30.4.2018 saakka. Suurten muutosten myötä kumipyörien päällä liikuteltava rahdin fyysinen koko suurenee ja toimitusajat lyhenevät.

Alkuperäisen opinnäytetyön aihe oli 100 tonnin ajoneuvoyhdistelmä kappaletavarakuljetuksiin (liite 1). Työn tarkoituksena oli tehdä erään kuljetusyrityksen kalustoon pohjautuen kuljetustarpeiden optimointi. Kyseinen aihe oli kypsynyt jo tiedonkeruuvaiheeseen, joten aiheeseen liittyvää materiaalia löytyi riittävästi. Materiaalin hylkäämisen sijasta vain opinnäytetyön nimi koki päivityksen.

Kiinnostus aiheeseen kumpuaa entisestä raskaskalustomekaanikon ammatista. Raskaskalustomekaanikon työssä sai hyvän pohjan, joka antaa erilaisen näkökulman opinnäytetyön aiheeseen. Opinnäytetyössä selvitetään kaluston rakennetta monipuolisesti nykyisiä jo olemassa olevia rakenneratkaisuja hyödyntäen. Tarkastelun kohteeksi on valittu kappaletavarakuljetuksissa käytettävä ajoneuvoyhdistelmäkalusto, jolla pystyisi kuljettamaan esimerkiksi paperi-, betoni- tai terästehtaiden tuotteita. Myös kytkentälaitteisto mukautetaan osaksi aihekokonaisuutta.

Veto- ja kytkentälaitteista ajoneuvoissa on annettu erinäisiä määräyksiä ja direktiivejä, jotka laitteiden tulee täyttää hyväksytysti. Tällaisia ovat ECE-R55 ja vetolaitedirektiivi 94/20/EY. Suomen tieliikennelaki rajoittaa myös omalta osaltaan suurten ajoneuvoyhdistelmien yleistymisen maan sisäisessä liikenteessä. Maailmanlaajuinen talouden epä tietoisuus patistaa kuljetusyrittäjiä maksimoimaan kuljetuskaluston kapasiteettia ja minimoimaan kuluja. Yli 76 tonnin moduuliyhdistelmä saattaa olla tällöin vartenotettava vaihtoehto.

10.9.2014 julkaistussa SKAL:n kuljetusbarometrissä 3/2014 on nähtävillä koko Suomen kattavat tiedot. Barometrimateriaalista käy ilmi, millaisia arvioita, toteu-

tumia ja ennusteita on saatu raskaanajoneuvokaluston yrittäjiltä. Vastauksista on luotu diagrammeja, jotka löytyvät liitteestä 2. (1.)

Autoalan Tiedotuskeskuksen laatimissa tilastoissa liikennesuoritteiden kilometrimääristä vuosien 1980 - 2013 aikaväliltä voidaan havaita kuorma-autoilla tehtävien ajosuoritteiden määrän kasvaneen maltillisesti koko ajan vuosien saatossa. Autoalan Tiedotuskeskuksen laatima tilasto ja pylväsdiagrammi on esitetty liitteessä 3. (2.)

Tarkastelun kohteena on kaksi erilaista ajoneuvoyhdistelmärakennetta, joita pystyisi käyttämään Suomessa. Yhdistelmien rakenne sallisi niiden käytön vaihtelevissa tie- ja kelioloissa. Useamman kääntyvän nivelkohdan omaava yhdistelmärakenne pystyy suoriutumaan samoista tieosuuksista kuin entiset 60 tonnin yhdistelmät.

Yhdistelmä A koostuu rekkaveturista, puoliperävaunusta, dollysta ja toisesta puoliperävaunusta (liite 4). Yhdistelmä B koostuu rekkaveturista, linkkivaunusta ja puoliperävaunusta (liite 5). Kuljetusammattilaisten käyttämässä ammattisastossa yhdistelmä B:tä kutsutaan B-junaksi. Ajoneuvoyhdistelmien kääntyvyys- ja kokoonpanopiirustukset ovat toteutettu TrailerWIN 2013-ohjelmiston avulla (3). Perävaunuun sijoitettavan vetopalkin ja sen kiinnitykseen tarvittavien poskilevyjen kuvat piirretty SolidWorks 2014 -3D-ohjelmistolla (4).

2 AMMATTITERMIT

Opinnäytetyössäni on käytetty kuljetusalan sanoja ja lyhenteitä. Sanat ovat ammattiterminologiaa, jotka sisältävät alalle tyypillisiä slangi- ja murre sanoja sekä erikoisilmaisuja. Lukemisen ja luetun ymmärtämisen helpottamiseksi seuraavassa on lueteltu muutamia sanoja selitysten kera. (5, s.135 - 138.)

Ajoneuvoyhdistelmä

Kahdesta tai useammasta ajoneuvosta koostuva yhdistelmäkokonaisuus, joka yleensä koostuu vetoautosta ja perävaunusta.

Alle-ajosuoja

Kuorma-auton taakse tai akselien välille sijoitettu palkki tai palkisto, joka estää pienempien ajoneuvojen ajautumisen kyseessä olevan auton alle onnettomuustilanteessa.

Alusta

Auton tai perävaunun runko-osa ilman kuormatilaa, joka on yleensä ajo- tai siirtokuntoinen.

Ammattiautoilija

Henkilö, joka ansaitsee elantonsa suorittamalla hallinnassaan olevalla autolla tai autoilla kuljetuksia korvausta vastaan.

Banjo

Vetävän akseliston tasauspyörästökotelo, johon vetopyörästö kiinnitetään.

Bulldog

Nokaton ajoneuvo eli niin kutsuttu tylppänokka

Dieselveuro

Dieselautoista kannettava vuotuinen vero, jonka virallinen nimitys on käyttövoimavero.

Dieselöljy, löpö, nafta

Yleensä ilmaisulla tarkoitetaan dieselmootoreissa käytettävää polttoainetta eli kaasuöljyä, "naftaa". Joissain yhteyksissä termillä voidaan myös tarkoittaa dieselmootorin voiteluun soveltuvaa moottoriöljyä.

Etuperä

Etu- tai monipyörävetoisen auton vetävän etuakselin tasauspyörästö.

Etuteli

Kahden akselin muodostama kokonaisuus, jossa auton takimmaisesta vetävän akselin eteen on sijoitettu kiinteä tai nostettava akseli pyörineen. Vaihtoehtoisesti ilmaisu tarkoittaa kahden ohjaavan etuakselin muodostamaa akselistokokonaisuutta.

Etuveto

Yleensä ilmaisu tarkoittaa, että vain ajoneuvon etuakseli on vetävä. Joissakin yhteyksissä ilmaisulla tarkoitetaan, että myös auton etuakseli on vetävä.

Hytti

Yleinen nimitys umpinaiselle raskaankalustonajoneuvon ohjaamolle.

Jatkettava perävaunu

Hydraulisesti tai mekaanisesti jatkettavissa oleva perävaunu, jota voidaan käyttää esimerkiksi pitkien ontelolaattojen kuljettamiseen.

Jatko-ohjaamo

Pituudeltaan normaalia ohjaamo suurempi, kuljettajan takana tilaa joko tavaroille tai istuimia lisähenkilöstön kuljetukseen.

Kapelli

Metalli- tai puukehikon varaa pingotettu, kuormatilan peittävä pressukate.

Kasko

Kaikki ajoneuvolle sattuvat vahingot kattava vapaaehtoinen kaikenvara-vakuutus.

Keikka

Ajo- tai kuljetustehtävä, työsuoritus.

Kelirikko

Keväisin ja syksyisin esiintyvä ilmiö, jonka seurauksena teiden pinnat pehmenevät ja rikkoutuvat, kun maanpinnan alainen jäätynyt maa-aines sulaa.

Keskiakseliperävaunu, vasikka

Rakenteeltaan yksi-, kaksi- tai kolmiakselinen varsinainen perävaunu, jonka akselistorakenne sijaitsee tarkalleen vaunun painopisteessä.

Kierros

Kuvaa kokonaista ajotehtävää, jossa ajon päätteeksi palataan lähtöpisteeseen.

Kippiauto

Kippaus sylinterillä varustettu kuorma-auto, joka on esimerkiksi maa-aineksien ajoon tarkoitettu sora-auto.

Kokonaismassa, kokonaispaino

Auton, perävaunun tai niiden yhdistelmäkokonaisuuden yhteenlaskettu paino kuormattuna, joka ilmoitetaan kilogrammoina.

Kori

Matkustajien tai tavaroiden kuljetuksiin tarkoitettu ajoneuvon rakenneosia, joka on yleensä rungon päällä.

Kuljetuselinkeino

Elinkeinoelämän sektori, joka palvelee asiakaskuntaansa suorittamalla tai välittämällä kuljetuspalveluja tai näihin liittyviä oheispalveluja.

Kuljetusyrittäjä

Nykyaikainen ilmaisu käsitteelle, joka tarkoittaa luvanvaraista liikkeenharjoittajaa.

Kuorma-auto

Yleisnimitys, jota käytetään Suomessa yli 3,5 tonnin kokonaismassan omaaville tavarankuljetusautoille.

Kuormatila

Se osa ajoneuvoa, mihin kuormattava kuorma kuljetuksen ajaksi sijoitetaan.

Kärri

Kuljetusalan ammattilaisten yleisesti käyttämä nimitys kaikista perävaunuista, slangisana, joka kuvaa autoa.

Kääntöpöytä, vetopöytä

Vetoauton rungon takaosan päälle asennettu laite, joka kantaa osan puoliperävaunun painosta ja sallii vaunun kääntymisen suhteessa vetoautoon.

Laatusertifikaatti

Kotimaisen tai kansainvälisen luokituslaitoksen myöntämä todistus siitä, että sertifikaatin haltija on saattanut liiketoimintansa tilaan, jossa kaikki kyseisen yrityksen toiminta tapahtuu tiukkojen laatukriteerien määrittämällä tavalla.

Lavetin vetäjä, lavettiveturi

Raskaiden, pitkien ja ylileveiden kappaleiden tai kokonaisuuksien siirtoon tarkoitettun erikoisperävaunun vetoauto, jota voidaan käyttää esimerkiksi maansiirto- ja metsäkoneiden kuljetuksissa.

Lavetti

Puoli- tai täysperävaunutyyppinen, matala rakenteinen erikoisperävaunu, jota voidaan käyttää raskaiden koneiden ja laitteiden kuljetuksissa.

Liikennelupa

Viranomaisen myöntämä lupa, joka on ammattimaista moottoriajoneuvo-liikennöinnin harjoittamista varten.

Liikenteenharjoittaja

Henkilö tai yhteisö, joka harjoittaa ammattimaista liikennettä viranomaisen myöntämän luvan turvin.

Logistiikka

Materiaalivirtojen hallintaa ja ohjailua kuvaava laaja-alainen ilmaisu, joka ensimmäisen kerran esiintyi sotilas yhteyksissä toisen maailmansodan aikana.

Luvaton liikenne

Kuljetusalalla tällä tarkoitetaan kuljetuksen suorittamista tai liikenteen harjoittamista korvausta vastaan ilman asianmukaista viranomaisen myöntämää liikennelupaa.

Lättänokka

Pitkänokkainen, ”leveäilmeinen” kuorma-auto.

Massatavara

Tavaraa, jotka kuljetetaan suurissa erissä yleensä ilman, että tavara olisi erikseen pakattu.

Nostoteli

Yleensä kahden akselin muodostama kokonaisuus, jonka toinen akseli voidaan tarvittaessa nostaa koneellisesti ylös.

Nuppi

Ilman perävaunua liikkuva kuorma-auto, puoliperävaunun vetoauto, kun se ei vedä perävaunua.

Paripyörät

Kaksi tiiviisti vierekkäin asennettua pyörää, jotka ovat samalla pyörännavalla.

Perä, vetopyörästä

Vetävän etu- tai taka-akselin tasauspyörästä, joka on kiinni banjossa.

Puolikas, puoliperävaunu

Perävaunu, jossa akselit pyöriineen sijaitsevat vain vaunun takaosassa, etuosa kuormittaa kääntö- eli vetopöydän välityksellä vetoauton takapäätä.

Päälirakenne, päällirakenne, päällisrakenne, päälyrakenne

Sanaa käytetään puhekielessä kuvaamaan kuorma-auton tai perävaunun rungon päälle asennettuja tai rakennettuja laitteita tai kuormatiloja. Suomen kielen kielioppi ei tunne kaikkia versioita.

Rahti

Tavara, joka kuljetetaan ajoneuvolla paikasta toiseen.

Rekkaveturi

Puoliperävaunun vetoauto.

Repsikka, vankäri

Apumies, joka auttaa esimerkiksi elintarvikkeiden kuormaamisesta ja purkamisesta kuljettajan kanssa.

Teli

Kahden tai useamman akselin muodostama kokonaisuus, joka sisältää pyörät ja jousitukset.

Teliveto, telivetoinen

Ajoneuvo, jossa useampi kuin yksi akseli, jotka ovat vetäviä ja ne sijaitsevat ajoneuvon takapäässä. Yleisin telivetoina ajoneuvotyyppi on 6x4.

Transito

Kauttakulku, -kuljetus.

Trippeliteli

Kolmesta akselistä pyörineen ja jousineen muodostuva kokonaisuus, josta yksi tai kaksi akselia on tarvittaessa nostettaessa.

Täysperävaunu, varsinainen perävaunu

Perävaunu, jossa akseli pyörineen sijaitsevat vaunun kummassakin päässä. Ajon aikana vain vetovoima rasittaa vaunua vetävää autoa.

Täysperävaunuyhdistelmä

Ajoneuvoyhdistelmä, joka koostuu varsinaisesta perävaunusta ja sitä vetävästä kuorma-autosta.

Umpikaappi

Umpinainen kuormatila, jossa on kiinteät seinät ja katto.

Umpikori

Yleisluonnollinen ilmaisu, jolla kuljetusalan puhekielessä tarkoitetaan paketti- tai kuorma-auton tai perävaunun alustalle rakennettua erillistä kuormakoria, jonka seinä- ja kattomateriaalit ovat kovia.

Vetoauto

Yleisesti käytetty nimitys, joka tarkoittaa puoliperävaunun vetoon tarkoitettu auto.

Veturi

Yleisesti käytetty nimitys, joka tarkoittaa puoliperävaunun tai usein myös täysperävaunun vetoon tarkoitettu vetoauto.

Yhdistelmäpaino

Vetoauton ja puoli- tai täysperävaunun kokonaispaino kun molemmat on kuormattuna.

Yksityisyrittäjä, yrittäjä

Ihminen, joka itsenäisesti omalla työpanoksellaan ansaitsee elantonsa olemalla suoranaisesti muiden palveluksessa.

3 LAIT JA STANDARDIT

Suomessa toimii usea valtion virasto, joiden päätäntävallassa on yli 76 tonnia painavien ajoneuvoyhdistelmien käyttö maan sisäisessä tieliikenteessä. Esimerkiksi Trafi myöntää kuljetusreiteillä liikennöinnin. Suomen tieliikennelaki rajoittaa yli 76 tonnin eli niin kutsuttujen HCT-yhdistelmien käytön suurimmalla osalla tieverkostoa teiden alati heikkenevien kuntoluokitusten vuoksi. Yhteiskunnan heikko taloustilanne heijastuu yhä suuremmissa määrin kansallisen infrastruktuurin rappeutumiseen.

Suurimpia säästökohteita ovat uudet tiehankkeet, tiestön kunnossapito ja korjaus. Myös autoilusta kerätään suuria summia suorilla tai välillisillä veroilla ja maksuilla. Tiestöön kuuluvina säästökohteina voidaan esimerkiksi luetella routaurioiden tuomat perusparannus ja korjauskustannukset. Tiestön ikääntyminen ja niiden korjaamiseen kulutettavien määrärahojen leikkaukset heikentävät kuntoluokituksia kaikilla tieosuuksilla. Osa pienistä teistä, joilla on vähäinen käyttöaste, siirtyy asfaltti- tai öljysorapintaista pinnotteesta irtosora teiksi.

3.1 Suomen tieliikennelaki

Suomen liikenne- ja viestintäministeriön asetuksessa ajoneuvojen käytöstä tiellä on annettu ajoneuvoyhdistelmille massoja, mittoja ja kääntyvyyksiä koskevat säännökset. Seuraavaksi lueteltu ne lakipykälät, jotka rajoittavat ajoneuvojen ja ajoneuvoyhdistelmien käyttöä tiellä.

3.1.1 Määritelmät

Suomen tieliikennelaki määrittelee seuraavaa laissa 2 §, momentissa 1:

”Ajoneuvojen, ajoneuvoluokkien sekä ajoneuvon mittojen ja massojen määrittelyyn sovelletaan, mitä ajoneuvolaissa ja sen nojalla säädetään. Ajoneuvon mittojen ja massojen määrittelystä säädetään lisäksi Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen (EY) N:o 661/2009 täytäntöönpanosta moottoriajoneuvojen ja niiden perävaunujen massojen ja mittojen tyyppihyväksymisvaatimusten osalta sekä Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2007/46/EY muuttamisesta

annetussa komission asetuksessa (EU) N:o 1230/2012.” (6, linkit Asetus ajoneuvon käytöstä tiellä > Luku 1 > 2 §.)

Ajoneuvojen ja perävaunujen fyysisiä mittoja ja pituuksia säädetään erityisesti niihin säädetyillä asetuksilla. Perässä hinattavien laitteiden kuten perävaunun massoille ja pituuksille on asetettu omat tyyppihyväksymisvaatimukset.

Suomen tieliikennelaki määrittelee seuraavaa laissa 2 § momentissa 2:

”Selitykset asetuksessa käytettyihin nimityksiin:

- a) *kytkentämassalla* kytkennässä sallittua hinattavan ajoneuvon todellista massaa lukuun ottamatta puoliperävaunun, traktoriperävaunun ja keskiakseliperävaunun vetoajoneuvon vetopöytään tai vetokytkimeen kohdistuvaa massaa;
- b) *jakamattomalla kuormalla* kuormaa, jota ei voida tiekuljetuksessa kohtuullisin kustannuksin tai vahingonvaaraa aiheuttamatta jakaa kahteen tai useampaan kuormaan eikä sen massan tai mittojen takia kuljettaa millään ajoneuvolla tai ajoneuvoyhdistelmällä ylittämättä tiellä yleisesti sallittua massa- tai mitta-arvoa;
- c) *ministeriöllä* liikenne- ja viestintäministeriötä.” (6, linkit Asetus ajoneuvon käytöstä tiellä > Luku 1 > 2 §.)

3.1.2 Ohjattava akseli

Suomen tieliikennelaki määrittelee seuraavaa laissa 13 § momentissa 1:

”Jos autossa tai perävaunussa, jolle ei ole säädetty ohjauslaitetta koskevia teknisiä vaatimuksia on ohjautuva akseli, joka on varustettu kuljettajan paikalta käytettävällä tai automaattisesti toimivalla ohjauksen suoraan lukitsevalla laitteella, akseli on pidettävä lukittuna ajettaessa yli 60 km/h nopeudella.” (6, linkit Asetus ajoneuvon käytöstä tiellä > Luku 2 > 13 §.)

Esimerkiksi perävaunun kääntyvä akseli on saatava lukittua suoraan linjaan vetoautoon nähden tien suuntaisesti. Akselisto lukitaan ajoneuvon hytistä katkaisimen välityksellä tai mekaanisesti akselistolle asennetulla lukitusmekanismilla. Mekanismi voi olla sähkö- tai paineilmatoiminen. Perävaunun kääntyvälle akselille ei ole säädetty ohjausta koskevia vaatimuksia.

Suomen tieliikennelaki määrittelee seuraavaa laissa 13 § momentti 2:

”Jos ajoneuvon kaikki akselit ovat ohjaavia, ajoneuvon kulkuasennon on tavanomaisessa liikenteessä oltava ajoradan suuntainen.” (6, linkit Asetus ajoneuvon käytöstä tiellä > Luku 2 > 13 §.)

Esimerkiksi suurten kappaleiden siirtoon valmistettujen perävaunujen kaikki kääntyvät pyörät tulee olla normaalissa tieliikenteessä lukittu kulkusuunnan mukaisesti suorassa vetoautoon nähden. Akselisto lukitaan ajoneuvon hytistä katkaisimen välityksellä tai mekaanisesti akselistolle asennetulla lukitusmekanismilla. Mekanismi voi olla sähkö- tai paineilmatoiminen.

3.1.3 Akselille ja telille kohdistuvat massat

Suomen tieliikennelaki määrittelee seuraavaa laissa 20 § momentti 1:

”Auton tai perävaunua tiellä kuljetettaessa sen akselille kohdistuva massa ei saa ylittää seuraavia arvoja:

- | | |
|---------------------------|---------|
| a) muu kuin vetävä akseli | 10 t |
| b) vetävä akseli | 11,5 t” |

(6, linkit Asetus ajoneuvon käytöstä tiellä > Luku 4 > 20 §.)

Normaalissa tieliikenteessä auton tai perävaunun akseleille kohdistuva massa ei saa ylittää annettuja tonnimääriä. Liian suuret painot rasittavat akselistoja ja tiestöä tarpeettomasti. Painojen ylitys tietoisesti on tieliikenneterikos, josta määrätään sanktioita.

Suomen tieliikennelaki määrittelee seuraavaa laissa 20 § momentti 2:

”Autoa tiellä kuljetettaessa sen telille kohdistuva massa ei saa ylittää seuraavia arvoja:

- | | |
|---|--------|
| a) kaksiakselinen teli, jos akseliväli on pienempi kuin 1,0 metriä | 11,5 t |
| b) kaksiakselinen teli, jos akseliväli on vähintään 1,0 metriä mutta pienempi kuin 1,3 metriä | 16 t |
| c) kaksiakselinen teli, jos akseliväli on vähintään 1,3 metriä mutta pienempi kuin 1,8 metriä | 18 t |

- d) kaksiakselinen teli, jos akseliväli on vähintään 1,3 metriä, mutta pienempi kuin 1,8 metriä ja vetävä akseli on varustettu paripyörin ja ilmajousitettu tai varustettu ilmajousitusta vastaavaksi tunnustetulla jousituksella taikka jos kukin vetävä akseli on varustettu paripyörin eikä yhdellekään akselille kohdistuva massa ylitä 9,5 tonnia 19 t
 - e) kaksiakselinen teli, jos akseliväli on vähintään 1,3 metriä mutta pienempi kuin 1,8 metriä ja telin kumpikin akseli on varustettu paripyörin sekä ilmajousitettu tai varustettu ilmajousitusta vastaavaksi tunnustetulla jousituksella taikka jos telin kumpikin akseli on vetävä ja varustettu paripyörin eikä yhdellekään akselille kohdistuva massa ylitä 10,5 tonnia 21 t”
- (6, linkit Asetus ajoneuvon käytöstä tiellä > Luku 4 > 20 §.)

Auton alustalle on säädetty akselipainoja koskevia rajoituksia, joita rajoittavat telinväli, vetävien akseleiden määrä ja rengastus. Painojen ylitys tietoisesti on tieliikenne rikos, josta määrätään sanktioita.

Suomen tieliikennelaki määrittelee seuraavaa laissa 20 § momentti 3:

”Perävaunua tiellä kuljetettaessa sen telille kohdistuva massa ei saa ylittää seuraavia arvoja:

- a) kaksiakselinen teli, jos akseliväli on pienempi kuin 1,0 metriä 11 t
- b) kaksiakselinen teli, jos akseliväli on vähintään 1,0 metriä, mutta pienempi kuin 1,3 metriä 16 t
- c) kaksiakselinen teli, jos akseliväli on vähintään 1,3 metriä, mutta pienempi kuin 1,8 metriä 18 t
- d) kaksiakselinen teli, jos akseliväli on vähintään 1,8 metriä 20 t
- e) kolmiakselinen teli, jos akselien etäisyys on enintään 1,3 metriä 21 t
- f) kolmiakselinen teli, jos akselien etäisyys on suurempi kuin 1,3 metriä 24 t
- g) neli- tai useampiakselinen teli 24 t”

(6, linkit Asetus ajoneuvon käytöstä tiellä > Luku 4 > 20 §.)

Rajoittavia asioita ovat akselivälin mitta ja akseleiden määrä, josta telikokoinaisuus koostuu. Liian suuret painot rasittavat akselistoja ja tiestöä tarpeetto-

masti. Perävaunun teliakselistolle kohdistuva massa ei saa ylittyä. Laissa määriteltujen painojen ylitys tietoisesti on tieliikenneterikokos, josta määrätään sanktioita.

3.1.4 Auton massa

Suomen tieliikennelaki määrittelee seuraavaa laissa 21 § momentti 1:

”Autoa tiellä kuljetettaessa sen massa ei saa ylittää seuraavia arvoja:

- a) kaksiakselinen auto 18 t
- b) kolmiakselinen auto 25 t
- c) kolmiakselinen auto, jos sen vetävä akseli on varustettu paripyörin ja ilmajousitettu tai varustettu ilmajousitusta vastaavaksi tunnustetulla jousituksella taikka jos kukin vetävä akseli on varustettu paripyörin eikä yhdellekään akselille kohdistuva massa ylitä 9,5 tonnia 26 t”
(6, linkit Asetus ajoneuvon käytöstä tiellä > Luku 4 > 21 §.)

Auton oma paino on riippuvainen akseleiden lukumäärästä, vetävistä akseleista, runko- ja alustakonstruktiosta, jousitusrakenteesta sekä rengastuksesta. Laissa määriteltujen painojen ylitys tietoisesti on tieliikenneterikokos, josta määrätään sanktioita.

Suomen tieliikennelaki määrittelee seuraavaa laissa 21 § momentti 2:

”Edellä 1 momentin a tai c kohdassa tarkoitettuun autoon, joka on otettu käyttöön ennen 1 päivää marraskuuta 2013, sovelletaan 30 päivään huhtikuuta 2018 kaksi tonnia a ja c kohdassa mainitun massan arvoa 9,5 tonnia sijasta 10,5 tonnia.” (6, linkit Asetus ajoneuvon käytöstä tiellä > Luku 4 > 21 §.)

21 § momenttin1 kohdassa a kuvaileman tieliikenteessä olevan auton paino saa olla 20 tonnia 30.4.2018 asti, jos se on otettu käyttöön ennen 1.11.2013. C kohdan akselipainojen korotus 10,5 tonniin.

Suomen tieliikennelaki määrittelee seuraavaa laissa 21 § momentti 3:

”Auton kokonaismassa ei kuitenkaan saa ylittää määrää, joka saadaan lisäämällä jokaiselta 0,10 metriltä, jonka auton äärimmäisten akselien välinen etäisyys ylittää 1,80 metriä, 20 tonniin:

- a) 320 kg, jos auto on neliakselinen;

- b) 350 kg, jos auto on viisiakselinen.” (6, linkit Asetus ajoneuvon käytöstä tiellä > Luku 4 > 21 §.)

Auton kokonaispainon lisäys on riippuvainen äärimmäisten akseleiden välisestä mitasta ja akseleiden lukumäärästä. Auton rekisteriotteeseen kirjattua ajoneuville sallittu kokonaismassa ei saa ylittää. Laissa määriteltyjen painojen ylitys tietoisesti on tieliikenne rikos, josta määrätään sanktioita.

Suomen tieliikennelaki määrittelee seuraavaa laissa 21 § momentti 4:

”Auton massasta vähintään 20 prosenttia tulee kohdistua ohjaavaan akseliin tai ohjaaviin akseliin. Henkilöauton massasta, auton ollessa kuormattu suurinta rekisteröinnissä ja käytössä sallittua massaa ja täyttä taka-akselistolle kohdistuvaa massaa vastaavasti, kuitenkin vähintään 30 prosenttia tulee kohdistua etuakselille.” (6, linkit Asetus ajoneuvon käytöstä tiellä > Luku 4 > 21 §.)

Auton omasta painosta minimissään 20 % tulee kohdistua etuakselille tai kaikille akselille, joiden pyörät ovat käännettävissä. Henkilöautossa kuitenkin etuakselille kohdistuva painon määrä tulee olla minimissään 30 % auton kokonaispainosta sen ollessa kuormattuna.

Suomen tieliikennelaki määrittelee seuraavaa laissa 21 § momentti 5:

”M₂-, M₃- ja N-luokan ajoneuvon massasta vähintään 25 % tulee vetävään akseliin tai vetäviin akseliin.” (6, linkit Asetus ajoneuvon käytöstä tiellä > Luku 4 > 21 §.)

Linja-, paketti- ja kuorma-autoissa tulee omasta kokonaispainosta minimissään 25 % kohdistua vetävälle tai vetäville akselille riippuen siitä, millainen rakenne kyseisessä ajoneuvossa on.

3.1.5 Auton ja perävaunun yhdistelmän massa

Suomen tieliikennelaki määrittelee seuraavaa laissa 23 § momentti 1:

”Auton ja perävaunun yhdistelmän massa ei sitä tiellä kuljetettaessa saa ylittää seuraavia arvoja:

- a) auton ja puoliperävaunun yhdistelmä

48 t

b) auton ja keskiakseliperävaunun yhdistelmä	44 t
c) auton ja varsinaisen perävaunun yhdistelmä tai auton, apuvaunun ja puoliperävaunun yhdistelmä tahi auton, puoliperävaunun ja sen päälle kytketyn toisen puoliperävaunun yhdistelmä taikka auton, puoliperävaunun ja keskiakseliperävaunun yhdistelmä:	
neliakselisena	36 t
viisiakselisena	44 t
kuusiakselisena	53 t
seitsemänakselisena	60 t
kahdeksanakselisena	64 t
kahdeksanakselisena, jos vähintään 65 prosenttia perävaunun massasta tai perävaunujen massasta yhteensä kohdistuu akseleille, jotka on varustettu paripyörin	68 t
vähintään yhdeksänakselisena	69 t
vähintään yhdeksänakselisena, jos vähintään 65 prosenttia perävaunun massasta tai perävaunujen massasta yhteensä kohdistuu akseleille, jotka on varustettu paripyörin	76 t"
(6, linkit Asetus ajoneuvon käytöstä tiellä > Luku 4 > 23 §.)	

Erilaisten yhdistelmien, jotka koostuvat autosta ja perävaunuista. Näiden kokonaisuuksille annettuja kokonaispainoja ei saa ylittää. Laissa määriteltujen painojen ylitys tietoisesti on tieliikenneterikos, josta määrätään sanktioita.

Suomen tieliikennelaki määrittelee seuraavaa laissa 23 § momentti 2:

"Edellä 1 momentissa akselien lukumäärää laskettaessa kuusi- tai useampiakselisissa yhdistelmissä ei oteta huomioon akselia, mihin kohdistuva massa on pienempi kuin viisi tonnia." (6, linkit Asetus ajoneuvon käytöstä tiellä > Luku 4 > 23 §.)

23 § momentissa 1 olevan kuusiakselisen tai sitä useamman akselin omaavissa ajoneuvoyhdistelmissä kokonaismassa laskusta jätetään pois sellainen akseli, jonka akselimassan arvo on pienempi kuin 5 tonnia.

Suomen tieliikennelaki määrittelee seuraavaa laissa 23 § momentti 3:

”Edellä 1 momentin c kohdasta poiketen seitsemänakseliseen ajoneuvoyhdistelmään, jossa vetoauto tai varsinainen perävaunu taikka molemmat on otettu käyttöön ennen 1 päivää marraskuuta 2013, sovitetaan 30 päivään huhtikuuta 2018 enimmäismassan arvoa 64 tonnia.” (6, linkit Asetus ajoneuvon käytöstä tiellä > Luku 4 > 23 §.)

23 § momentissa 1 kohdan c seitsemänakselisen yhdistelmän kokonaismassa voidaan nostaa 64 tonniin, jos auto tai perävaunu on otettu käyttöön ennen 1.11.2013. Siirtymäaika loppuu 30.4.2018. Laissa määriteltyjen painojen ylitys tietoisesti on tieliikenne rikos, josta määrätään sanktioita.

Suomen tieliikennelaki määrittelee seuraavaa laissa 23 § momentti 4:

”Auton ja siihen kytketyn perävaunun tai kytkettyjen perävaunujen muodostaman massaltaan yli 44 tonnin ajoneuvoyhdistelmän massa ei kuitenkaan saa ylittää määrää, joka saadaan lisäämällä 20 tonniin 320 kg jokaiselta 0,10 metrilta, jonka ajoneuvon tai ajoneuvoyhdistelmän äärimmäisten akselien väli ylittää 1,80 metriä. Mitä tässä momentissa edellä säädetään, sovelletaan myös 1 momentin c kohdassa tarkoitetun yhdistelmän osana olevaan auton ja puoliperävaunun ajoneuvoyhdistelmään, jos sen massa on suurempi kuin 44 tonnia. Ajoneuvoyhdistelmässä, jonka massa on suurempi kuin 40 tonnia, auton takimmaisena ja massaltaan yli 10 tonnin perävaunun etummaisena akselin välin tulee olla vähintään 3,00 metriä.” (6, linkit Asetus ajoneuvon käytöstä tiellä > Luku 4 > 23 §.)

Suomen tieliikennelaki määrittelee seuraavaa laissa 23 § momentti 5:

”Jos ajoneuvoyhdistelmän massa on yli 68 tonnia, ajoneuvoyhdistelmän massasta vähintään 20 % tulee kohdistua vetäville akseleille.” (6, linkit Asetus ajoneuvon käytöstä tiellä > Luku 4 > 23 §.)

Yli 68 tonnia painavan ajoneuvoyhdistelmän kokonaispainosta vähintään 20 % tulee kohdistua vetäville akseleille. Liian pieni % osuus vaikuttaa oleellisesti

ajoneuvoyhdistelmän käyttäytymiseen ajotilanteessa esimerkiksi äkkijarrutuksessa, mäennousukyvyssä ja ajoturvallisuudessa.

Suomen tieliikennelaki määrittelee seuraavaa laissa 23 § momentti 6:

”Massaltaan yli 44 tonnin ajoneuvoyhdistelmässä käytettävän auton moottorin tehon on oltava vähintään 5 kilowattia jokaista yhdistelmämassan tonnia kohden. Ajoneuvoyhdistelmää, jonka massa on yli 60 tonnia, saadaan kuitenkin käyttää 30 päivään huhtikuuta 2018, jos auton moottorin teho ylittää arvon, joka saadaan kaavasta: $300 \text{ kW} + 2,625 \text{ kW/t} \times (\text{yhdistelmämassa tonneina} - 60 \text{ t})$.”
(6, linkit Asetus ajoneuvon käytöstä tiellä > Luku 4 > 23 §.)

Vetoauton moottorin tehovaatimus yli 44 tonnin yhdistelmissä on minimissään 5 kilowattia jokaista yhdistelmän tonnia kohden. Yli 60 tonnia painavissa yhdistelmissä voidaan käyttää sellaista vetoautoa, jonka moottorin teho ylittää laskukaavalla lasketun tuloksen. Käyttöaika on siirtymäajan loppuun 30.4.2018 asti. Vetoauton moottorin teho voidaan laskea Suomen tieliikennelaissa säädetyn pykälän 23 § momentissa 6 olevalla kaavalla (kaava 1). Esimerkkilasku on esitetty luvussa 8.1 Vetoauto.

$300 \text{ kW} + 2,625 \text{ kW/t} \times \text{yhdistelmämassa tonneina}$

KAAVA 1

3.1.6 Auton, perävaunun ja niiden yhdistelmän pituus

Suomen tieliikennelaki määrittelee seuraavaa laissa 24 § momentti 2:

”Perävaunun pituus ei saa ylittää seuraavia arvoja:

- a) puoliperävaunu ja yli 22,00 metrin pituisessa ajoneuvoyhdistelmässä käytetty varsinainen perävaunu: vetotapin pysty akselista tai etu akseliston kääntöpisteestä perävaunun perään 12,00 m
vetotapin pysty akselista tai etu akseliston kääntöpisteestä vaakata-
sossa mihin tahansa sen etupuolella olevaan kohtaan 2,04 m
- b) muu kuin a kohdassa tarkoitettu perävaunu vetoaisa mukaan lukematta 12,50 m”

(6, linkit Asetus ajoneuvon käytöstä tiellä > Luku 4 > 24 §.)

Perävaunuille määritetyt enimmäispituudet, joita ei saa ylittää. Mittauspisteinä on käytetty kääntö- tai vetotapin pystyakselia. 24 § momentti 2 b jätetään vetoaisa mittaamatta kokonaispituuteen. Pituudeltaan pidemmät yhdistelmät vaativat poikkeusluvan, jotta niitä saa käyttää laillisesti tieliikenteessä.

Suomen tieliikennelaki määrittelee seuraavaa laissa 24 § momentti 3:

”Ajoneuvoyhdistelmän pituus ei saa ylittää seuraavia arvoja:

- b) henkilöauton (M₁-luokka) taikka paketti- tai kuorma-auton (N₁-, N₂- tai N₃-luokka) ja puoliperävaunun yhdistelmä sekä muu kuin a, c tai d kohdassa tarkoitettu ajoneuvoyhdistelmä 16,50 m
 - c) auton ja keskiakseliperävaunun yhdistelmä 18,75 m
 - josta mitasta kuormatilojen ulkopituuksien summa 15,65 m
 - ja etäisyys vetoauton kuormatilan etupäästä perävaunun kuormatilan takapäähän 16,40 m
 - kuitenkin edellä säädetystä poiketen ajoneuvonkuljetusajoneuvo kuormattuna 20,75 m
 - d) kuorma-auton (N₂- ja N₃- luokka) ja kaksi- tai useampiakselisen varsinaisen perävaunun sekä kuorma-auton, apuvaunun puoliperävaunun samoin kuin kuorma-auton, puoliperävaunun ja siihen kytketyn keskiakseli- tai puoliperävaunun yhdistelmä 25,25 m
 - josta mitasta vetoauton ohjaamon takana olevien kuormatilojen ulkopituuksien summa 2 momentin a kohdassa tarkoitettu mittautapa huomioon ottaen 21,42 m”
- (6, linkit Asetus ajoneuvon käytöstä tiellä > Luku 4 > 24 §.)

3.1.7 Muut päämitat

Suomen tieliikennelaki määrittelee seuraavaa laissa 25 § momentti 1:

”Auton ja perävaunun suurin sallittu korkeus on 4,40 metriä. Tämä ei saa ylittyä ajoneuvon ollessa kuormaamattomana tai akselinnostolaite yläasennossa. Jos ajoneuvon korkeus on yli 4,20 metriä, kuljetuksen suorittajan ja kuljettajan on varmistettava, että kuljetuksen suorittaminen käytettävällä kuljetusreitillä on mahdollista ilman riskiä osumisesta tien yläpuolisiin rakenteisiin.” (6, linkit Asetus ajoneuvon käytöstä tiellä > Luku 4 > 25 §.)

Autolle ja perävaunulle on asetettu maksimikorkeus, jota ei saa ylittää oli sitten ilman kuormaa tai mahdollinen nouseva akseli nostettuna yläasentoon. Liian suuri korkeus voi johtaa kalustorikkoon ajettaessa esimerkiksi ajoneuvoa matalampaan siltaan.

Suomen tieliikennelaki määrittelee seuraavaa laissa 25 § momentti 2:

”Ajoneuvon suurin sallittu leveys on 2,60 metriä. Kiinteältä rakenteeltaan yli 22,0 metrin pituisessa yhdistelmässä käytettävän muun kuin lämpöeristetyin ajoneuvon sekä linja-auton, joka on liikennekäytössä enintään 50 päivää kalenterivuoden aikana, suurin sallittu leveys on kuitenkin 2,60 metriä. Henkilöauton M₁-luokkan suurin sallittu leveys on 2,50 metriä.” (6, linkit Asetus ajoneuvon käytöstä tiellä > Luku 4 > 25 §.)

Suomen tieliikennelaki määrittelee seuraavaa laissa 25 § momentti 3:

”Keskiakseli- tai varsinaisen perävaunun, jonka suurin rekisteröinnissä ja käytössä sallittu massa on yli 3,5 tonnia (O₃- ja O₄-luokka), leveys saa ylittää vetoauton leveyden enintään 0,15 metriä. Puoliperävaunun leveys saa ylittää vetoauton etuakselin kohdalta mitatun leveyden enintään 0,35 metriä.” (6, linkit Asetus ajoneuvon käytöstä tiellä > Luku 4 > 25 §.)

3.1.8 Ajoneuvoyhdistelmän kääntyminen

Suomen tieliikennelaki määrittelee seuraavaa laissa 26 § momentti 1:

”Auton ja puoliperävaunun sekä auton tai keskiakseliperävaunun enintään 18,75 metrin pituisen yhdistelmän on kyettävä liikkumaan kumpaankin suuntaan sellaisen koko ympyrän 360 asteen alueella, jonka määrittävät kaksi saman keskistä ympyrää siten, että ajoneuvon ulomman etukulman kulkiessa 12,50 metrin säteisen ympyrän kaarta pitkin sisäsivu kulkee vähintään 5,30 metrin säteistä kaarta pitkin. Puoliperävaunuyhdistelmän katsotaan täyttävän tämän vaatimuksen, jos etäisyys vetotapista kiinteiden teliakseleiden keskiviivaan ei ole suurempi kuin kaavassa 2.” (6, linkit Asetus ajoneuvon käytöstä tiellä > Luku 4 > 26 §.)

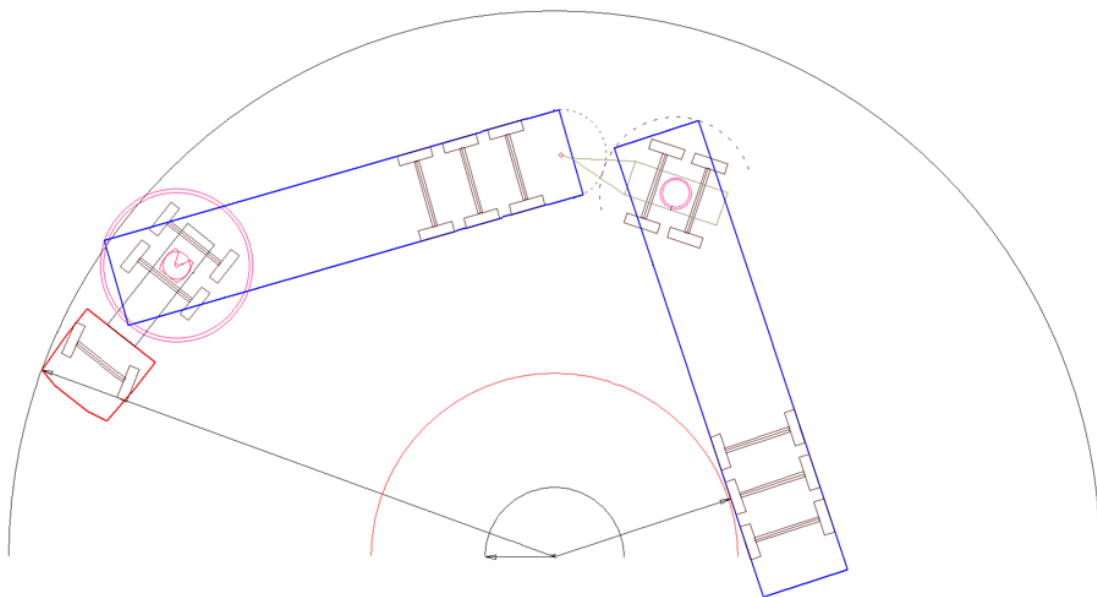
$$\sqrt{(12,50 - 2,04)^2 - \left(5,30 + \frac{L}{2}\right)^2}$$

KAAVA 2

L = perävaunun leveys (m)

Suomen tieliikennelaki määrittelee seuraavaa laissa 26 § momentti 2:

”Auton ja yhden tai kahden perävaunun yli 18,75 metriä pitkän yhdistelmän tulee olla siten kääntyvä, että uloimman etukulman kulkiessa 12,50 metrin säteisen ympyrän kaarta pitkin sisäsivu kulkee vähintään 2,00 metrin säteistä kaarta pitkin (kuva 1). Tällaisessa yhdistelmässä käytettävässä puoliperävaunussa tai varsinaisessa perävaunussa etäisyys vetotapista tai etuakseliston kääntöpisteestä taka-akseliin tai taka-akseliston ohjaamattomien akselien keskiviivaan saa olla enintään 8,15 metriä. Jos perävaunun kaikki taka-akselit ovat ohjaavia tai osa akseleista on ohjautuvia taikka toisen puoliperävaunun kytkemistä varten taka-akselit ovat taaksepäin siirrettäviä niiden päälle asennetun vetopöydän takia, edellä mainittu mitta saa olla tässä momentissa säädetyn kääntyvyyssehdon puitteissa pitempi.” (6, linkit Asetus ajoneuvon käytöstä tiellä > Luku 4 > 26 §.)



KUVA 1. Auton ja kahden perävaunun kääntyvyyssehto (3)

Suomen tieliikennelaki määrittelee seuraavaa laissa 26 § momentti 3:

”Jos yhdessä tai useammassa ohjaamattomassa tai ohjautumattomassa teliakselissa on akselinnostolaite, se otetaan huomioon kääntyvyyttä mitattaessa.” (6, linkit Asetus ajoneuvon käytöstä tiellä > Luku 4 > 26 §.)

3.1.9 Erinäisiä poikkeavia säännöksiä

Suomen tieliikennelaki määrittelee seuraavaa laissa 52 §:

”Ajoneuvon ja ajoneuvoyhdistelmän hyväksyminen otettavaksi käyttöön massoja ja mittoja koskevista säännöksistä poiketen. Liikenteen turvallisuusvirasto voi myöntää yksittäiselle ajoneuvolle tai ajoneuvoyhdistelmälle poikkeuksen 20, 21, 23, 23 a, 24 - 26, 31, 32 ja 32 a §:n säännöksistä, jos se on tarpeen uuden tekniikan kokeilun, tuotekehityksen tai muun erityisen syyn takia. Edellytyksenä on lisäksi, että poikkeuksen myöntäminen ei vaaranna liikenneturvallisuutta eikä vääristä kilpailua. Poikkeus voidaan myöntää määräaikaisena ja siihen voidaan liittää ehtoja.” (6, linkit Asetus ajoneuvon käytöstä tiellä > Luku 8 > 52 §.)

3.2 ECE-R55

ECE-R55 on eurooppalainen vetolaitteita koskeva sääntö, joka kattaa henkilöajoneuvojen vetolaitteet sekä raskaassa ajoneuvokalustossa käytettävät veto- ja kytkentälaitteistot (7). Säännön rinnalla voidaan käyttää myös aikaisemmin lanseerattua 94/20/EY-vetolaitedirektiiviä. Molemmat vetolaitteita koskevat direktiivit ovat sisällöltään lähes identtiset pois lukien pienet päivitykset, jotka on sisällytetty ECE-R55-sääntöön. ECE-R55-säännön raskaassa ajoneuvokalustossa käytettäviin vetolaitteisiin koskevat tarkemmat tiedot ja rajoitukset on lueteltu liitteessä 6.

Yhdistelmältä vaadittava minimi D- tai Dc-arvo lasketaan tieliikennemassoilla eikä teknisesti suurimmalla sallitulla massoilla, koska laskentakaavaa ei ole suunniteltu uusien suomalaisten massojen tasolle. Katsastusviranomaisen vertaa yhdistelmälle sallittua kokonaismassaa vetolaitteissa olevaan D-arvoon tai Dc- ja V-arvoon ja määrittelee onko kytkinlaitteet standardien mukaiset. (8, linkit Tieliikenne > Katsastukset > Katsastajille > Muutokset massoissa ja mitoissa > Tiedote 4/2013.)

D-arvojen laskentakaavat E-säännön 55 tai 94/20/EY mukaisesti. Varsinainen perävaunuyhdistelmän D-arvo lasketaan kaavalla 3:

$$D = g \times T \times R / (T + R - U) \text{ kN}$$

KAAVA 3

Puoliperävaunuyhdistelmän D-arvo lasketaan kaavalla 4:

$$D = g \times 0,6 \times T \times R / (T + R - U) \text{ kN} \quad \text{KAAVA 4}$$

Keskiakseliperävaunuyhdistelmän D-arvo lasketaan kaavalla 5:

$$D_c = g \times T \times C / (T + C) \text{ kN} \quad \text{KAAVA 5}$$

Keskiakseliperävaunuyhdistelmän D-arvon laskennassa kaavan 5 lisäksi on huomioitava myös V-arvo, joka lasketaan kaavalla 6.

$$V = a \times X^2 / L^2 \times C \text{ kN} \quad \text{KAAVA 6}$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

T = vetoauton maksimi tieliikennemassa (t)

R = perävaunun tai perävaunujen yhteinen maksimi tieliikennemassa (t)

U = vetopöydän pystysuuntainen kuorma (t)

C = keskiakseliperävaunun akseleista tiehen kohdistuva tieliikennemassa (t)

V = keskiakseliperävaunun vetolaitteelle määritetty pystysuuntainen voiman teoreettinen viitevoima (kN)

a = vetoautojen taka-akselin pyöränripustuksen tyyppin mukainen vastaava pystysuuntainen kiihtyvyys kytkimellä. Ilmajousitus $a = 1,8 \text{ m/s}^2$, muu jousitustyyppi $a = 2,4 \text{ m/s}^2$

X = perävaunun kuormatilan pituus (m)

L = vetosilmukan- ja akseliston keskipisteiden välinen etäisyys (m)

76 t auton ja varsinaisen perävaunun muodostaman yhdistelmän kokonaismassaksi riittää kaikissa tapauksissa D -arvo 190 kN.

Moduuliyhdistelmän vetolaitteiden mitoitus voidaan laskea ISO 18868:2013 -standardin mukaisesti ja räätälöidyn yhdistelmän vetolaitteen mitoitus tulee laskea ECE-R55 tai 94/20/EY mukaisesti. (8, linkit Tieliikenne > Katsastukset > Katsastajille > Muutokset massoissa ja mitoissa > Tiedote 4/2013.)

Vetolaitteita koskevat ohjeet liitteessä 6, jossa eriteltynä kaikki tunnetut vetolaitteisiin kuuluvat tiedot. Otsikon kytkentä- ja vetolaitteet sivulta löytyy ECE-R55 säädännön alkuperäisistä kuvista muokattu ja paranneltu versio, joka koskee vetopöytiä.

3.3 ISO 18868: 2013 -standardi

ISO 18868:2013 -standardi selkeytti moduuliyhdistelmien laskentaperiaatteita. Kyseinen standardi tunnistaa yleisesti käytössä olevat moniperävaunulliset ajoneuvoyhdistelmätyypit sekä luo pohjan näiden eri yhdistelmätyyppien yhteydessä käytettävien veto- ja kytkentälaitteiden laskenta- ja mitoituskäytännöille (9).

Uusi ISO-standardi luo tarpeen päivittää veto ja kytkentälaitteiden osalta tällä hetkellä käytössä olevia tyyppihyväksymismenettelyjä ja tyyppihyväksymismerkintöjä. Käytössä olevissa menetelmissä ja merkinnöissä huomioidaan lähinnä yksinomaan yhden perävaunun yhdistelmien vaatimat tekniset suoritusarvot. Käytännössä se tarkoittaa korkeata D -arvoa, matalaa Dc -arvoa yhdistettynä korkeaan V -arvoon (9).

Vetopalkkia valittaessa tulee tarkistaa tyyppihyväksymiskilvestä palkin sallitut yhdistelmäkohtaiset arvot. Esimerkiksi vetopalkki voi olla hyväksytty seuraavanlaiselle yhdistelmälle: D -arvo 190 kN, Dc -arvo 130 kN ja V -arvo 75 kN. Kyseisillä arvoilla on katettu yleisesti käytössä olevat yhdistelmävaihtoehdot, jotka koostuvat autosta ja yhdestä perävaunusta. Samoilla arvoilla on katettu myös pääsääntöisesti moduuliyhdistelmät, joiden kokonaismassa ei ylitä 60 tonnia (9).

KRAATZ Oy noudattaa uuden ISO-standardin periaatteita edustamissaan tuotteissa. Heidän näkemys on, että hyvin suurella todennäköisyydellä standardia tullaan soveltamaan tulevaisuudessa direktiivi- tai E-sääntötasolla. Heidän markkinoimien tuotteiden valmistajat ovat maailmanlaajuisesti tunnettuja (9).

3.4 Trafi

Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi kehittää Suomessa eri liikennemuotojen käytettävien liikennejärjestelmien turvallisuutta. Trafi edistää liikenteen ympäristöystävällisyyttä ja vastaa liikennejärjestelmiin liittyvistä viranomaistehtävistä yhdessä muiden päättävien tahojen kanssa. (10.)

Trafin tehtäviin ja toimintoihin kuuluu:

- antaa tarvittavia lupia, hyväksyntöjä ja muita päätöksiä sekä toimialaa koskevia oikeussääntöjä
- vastata tutkintojen järjestämisestä, toimialaverotus- ja rekisteröintitehtävistä sekä luotettavista tietopalveluista
- valvoa liikennemarkkinoihin liittyviä tehtäviä sekä liikennejärjestelmää koskevien sääntöjen ja määräysten noudattamista
- osallistua kansainväliseen yhteistyöhön
- huolehtia liikennejärjestelmän toimivuudesta myös poikkeusoloissa ja normaaliolojen häiriötilanteissa
- luoda edellytyksiä älyliikenteen innovatiiviseen kehittämiseen
- jakaa tietoa kansalaisille liikkumisen valinnoista. (10.)

Trafi päättää suurten ajoneuvoyhdistelmien käyttöönoton poikkeusluvista Suomessa. Trafín liikennekelpoisuusasioissa auttaa Liikennekelpoisuuden yksikön päällikkö Otto Lahti. Hänen käsiteltävänä ovat uudet massamuutoshakemukset ja poikkeusluvut, jotka koskevat Suomessa liikennöiviä ja rekisteröityjä ajoneuvoyhdistelmiä. Trafín strategiset päämäärät on esitetty kuvassa 2.



KUVA 2. Trafín strategiset päämäärät (10)

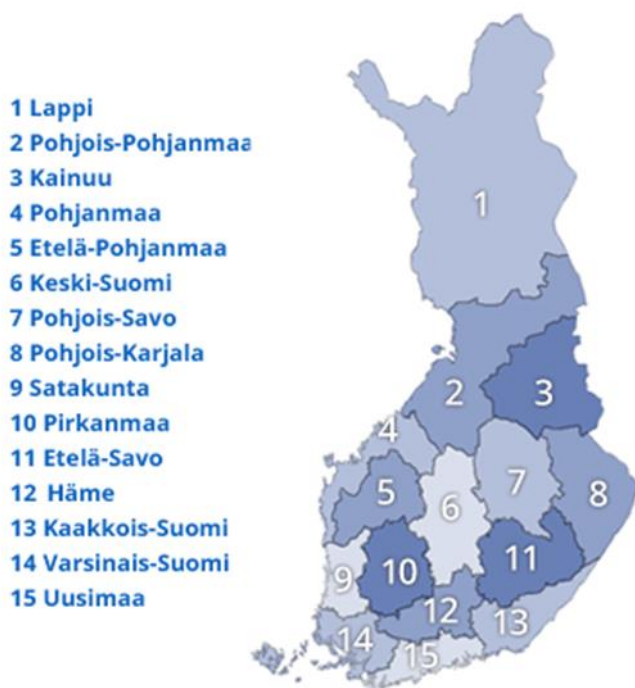
3.5 ELY-keskus

Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksesta käytetään lyhennettä ELY. ELY on Suomen valtion alainen virasto, joka viime kädessä saa lopulliset päätökset valtionpäättäjiltä. ELY-keskuksilla on suuri rooli, kun mietitään tieosuuksia, joilla olisi tarkoitus liikennöidä yli 76 tonnin ajoneuvoyhdistelmillä. Yksittäisen ELY-keskuksen kieltävä vastaus saattaa yksin estää uusien yhdistelmien käytön tiestöllä toiminta-alueen sisällä. Vaikka ELY-keskus sallisi yhdistelmät, se voi hankaloittaa ajoneuvoyrittäjän ja yrityksen toimintaa rajoittamalla esimerkiksi ajallisesti tienkäyttöä. (11.)

ELY- keskusten tehtäviin kuuluvat esimerkiksi

- työmarkkinoiden toiminta ja työllisyyden edistäminen
- teiden kunnossapidon varmistaminen
- tiehankkeiden kartoittaminen ja toteutus
- liikenteen lupa-asioista päättäminen
- joukkoliikenne edistäminen ja toiminnan varmistaminen
- liikenneturvallisuus ja liikenneonnettomuuksien ennaltaehkäisy
- ympäristönsuojelu. (11, linkit Aiheet > Liikenne.)

Suomessa toimii viisitoista alueellista ELY-keskusta. ELY-keskusten rajat on jaettu maakuntarajoja hyväksi käyttäen (kuva 3). Keskusten toimintojen painotuksessa on eroja, joita ovat esimerkiksi suurten kaupunkien tiestöt ja valtaväylät toiminnan turvaminen etelä Suomessa. Pohjoisessa liikennemäärät ovat pienempiä.



KUVA 3. ELY-keskusten alueelliset rajat vuonna 2013 (11)

ELY-keskukset vastaavat Liikenneviraston ohjaamina maantieliikenteen sujuvuudesta ja turvallisuudesta alueillaan. ELY-keskukset hoitavat maanteiden ja niihin liittyvien laitteiden ja varusteiden kunnossapidon sekä edistävät tieliikenteen turvallisuutta ja sujuvuutta parantamalla maanteitä ja rakentamalla kevyenliikenteen väyliä. Kaikki kunnossapito- ja rakentamistyöt tilataan ulkopuolisilta urakoitsijoilta kilpailuttamalla. (11, linkit Aiheet > Liikenne.)

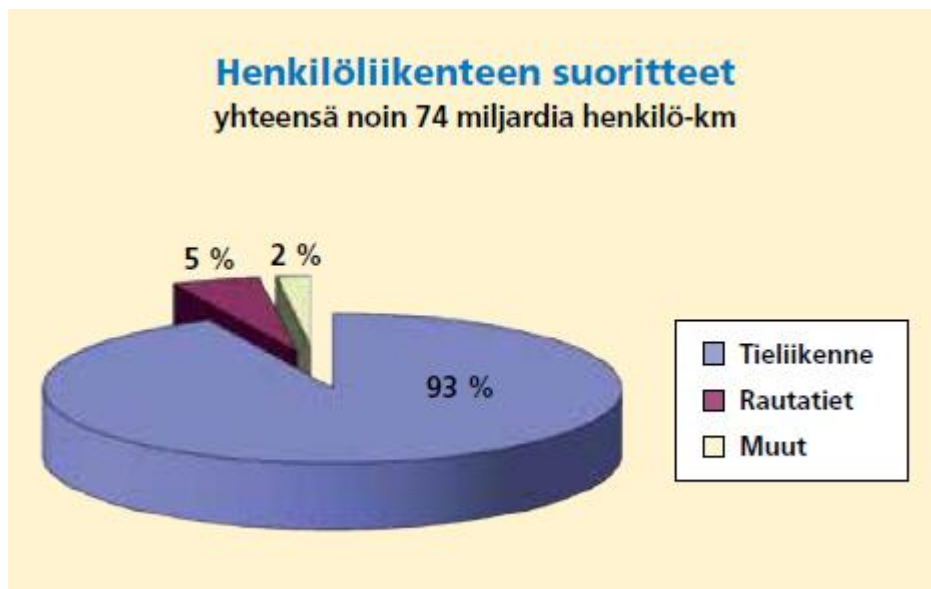
ELY-keskukset myöntävät liikenteeseen liittyviä lupia ja yksityisavustuksia. Joukkoliikenteen järjestämisessä ELY-keskuksilla on keskeinen rooli. ELY-keskukset osallistuvat liikennejärjestelmätöihin yhteistyössä kuntien ja maakuntien kanssa. ELY-keskusten tehtävänä on tuoda esiin valtakunnalliset linjaukset, määräykset, muutokset ja sovittaa niitä alueen liikennejärjestelmän tarpeisiin. (11, linkit Aiheet > Liikenne.)

4 TIESTÖN KÄYTTÖ

Suomen teillä kulkee suuri määrä erinäisiä kuljetuksia, oli sitten kysymys henkilö- tai tavarakuljetuksista. Suomen Tieyhdistys ry on tie- ja tieliikennealan etu-, yhteistyö- ja asiantuntijajärjestö. Järjestön toiminnan päämääränä on tie- ja liikenneolojen kehittäminen sekä liikenteen taloudellisuuden, tehokkuuden, turvallisuuden ja liikennekulttuurin edistäminen. (12.)

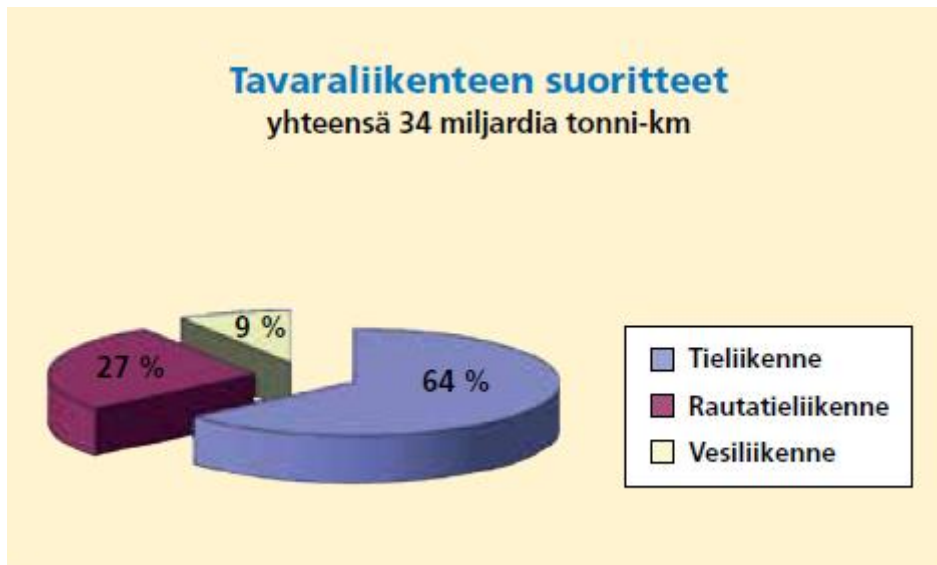
Auto ja Tieforum eli ATF koostuu yhteiskunnan eri tahoja edustavista 27 järjestöstä, jotka yhteistyössä miettivät, pohtivat ja ilmaisevat omat näkemyksensä Suomen teiden kunnosta valtion päättäjäelimille. (12, linkit atf.)

Tieliikenne on Suomen oloissa ylivoimaisen tärkeä liikkumismuoto työssä ja vapaa-aikana. Maassamme pitkien välimatkojen vuoksi hyväkuntoinen ja kattava tieverkosto on elintärkeä pelkästään normaalin arjen pyörittämisen vuoksi. Henkilöliikenteessä tieliikenteen osuus on 93 % (kuva 4). (12, linkit atf > ATF - esite 2014 - 2015 > paremman tiestön ja tieliikenteen puolesta > s. 2.)



KUVA 4. Ympyrädiagrammi henkilöliikenteen suoritteista (12, linkit atf > ATF - esite 2014 - 2015 > paremman tiestön ja tieliikenteen puolesta > s. 2)

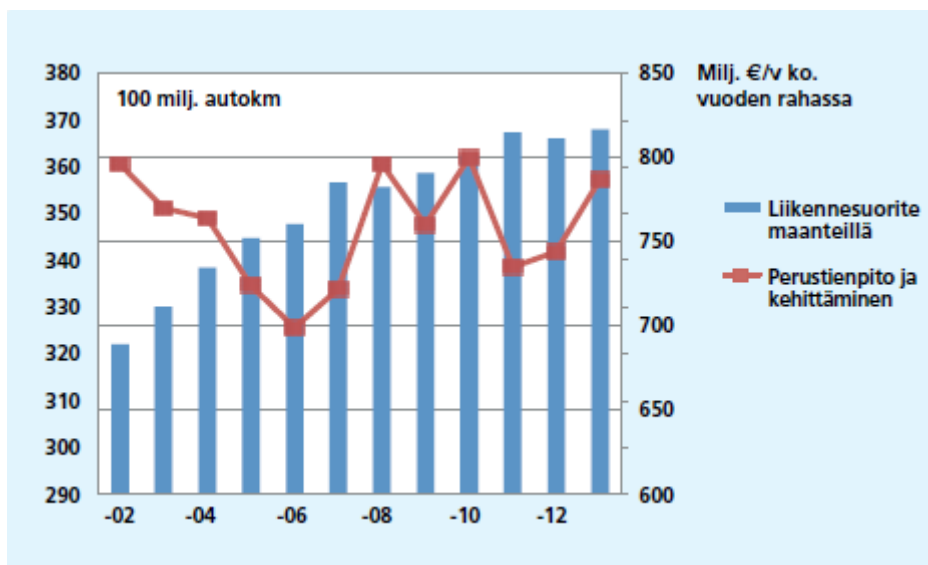
Suomen kaikista tavarakuljetuksissa tieliikenteen osuus on 64 % (kuva 5). Tielikenteessä suoritettavien kuljetusten määrä kertoo raskaantavaraliikenteen tarpeellisuudesta. (12, linkit atf > ATF -esite 2014 - 2015 > paremman tiestön ja tieliikenteen puolesta > s. 2.)



KUVA 5. Ympyrädiagrammi tavaraliikenteen suoritteista (12, linkit atf > ATF -esite 2014 - 2015 > paremman tiestön ja tieliikenteen puolesta > s. 2)

Tieliikenteen veroista ja veroluonteisista maksuista valtio saa vuosittain noin 7 miljardia euroa. Valtion keräämästä potista tulisi käyttää korjausvelkaan ja tienpitoon enemmän kuin nykyiset 10 %. Hyväkuntoiset tiet alentavat kuljetusten ja liikkumisen kustannuksia, josta seurauksena on noususuhdanne kansantaloudessa. Tiestöön sijoitetut eurot heijastuvat yhteiskunnallisina hyötyinä. (12, linkit atf > ATF -esite 2014 - 2015 > paremman tiestön ja tieliikenteen puolesta > s. 2.)

Kuvasta 6 voidaan havaita tieliikennesuoritteiden kehitys vuosien 2002 - 2013 välisenä aikana. Diagrammin antaman tiedon mukaan, tiestön kunnossapito ja kehittäminen jää liikennesuoritteiden tasosta. Liikennesuoritteiden kasvu vaikuttaa tieverkoston kunnan heikentymisenä.



KUVA 6. Pylväsdiagrammi liikennesuoritteiden ja tiestön kunnossapito ja kehittäminen (12, linkit atf > ATF -esite 2014 - 2015 > paremman tiestön ja tieliikenteen puolesta > s. 2)

Siltojen ja teiden painorajoitukset, kelirikko, epätasaisuus ja päällystevauriot ovat nykyisin arkipäivää. Tästä on seurauksena kuljetusten ja aikataulujen venymisiä, jotka tuovat omalta osaltaan lisäkustannuksia kuljetusyrittäjille. Liikenteen sujuvuudella on vaikutusta ympäristöön suurempina polttoainekuluina ja pakokaasupäästöinä. Polttoainekulut saattavat nousta kymmeniä prosentteja normaalista. Pahimmat paikat ovat ruuhkatilanteista syntyvät pullonkaulat, jotka puurouttavat koko liikenteen kyseisellä tieosuudella. (12, linkit atf > ATF -esite 2014 - 2015 > paremman tiestön ja tieliikenteen puolesta > s. 3.)

5 SILTOJEN PAINORAJOITUKSET

Suomi tunnetaan maailmanlaajuisesti tuhansien järvien maana, jossa tieverkosto on laaja ja kattava aina pohjoisesta etelään ja idästä länteen. Lukuisten vesistöjen ja jokien ylittämiseen on valmistettu tuhansia siltoja, joita rasittavat kasvussa olevat liikennemäärät. Eniten rasittuvat pääväylillä ja kantatiestöllä sijaitsevat sillat.

Suomessa on karkeasti laskettuna 20 000 siltaa. Suurin osa näistä silloista rakennettiin vuosikymmeniä sitten, jolloin ei voitu tietää liikennemäärien kasvavan nykyisiin mittoihin. Rakennusmateriaalit ovat muuttuneet puusta kiveksi ja raudasta betoniksi tai niiden yhdistelmiksi. (12, linkit Haku > Monitoroinnilla varmistetaan siltojen kunto ja turvallisuus.)

Suomen Tiehallinto on tehnyt useita testejä ja raportteja siltojen kunnosta. Tällaisten tutkimusten avulla pystytään ennakoimaan korjaustarpeet, ennen kuin koko silta tarvittaisiin uusia. Kaikista tehdyistä tutkimuksista Suomen Tiehallinto pitää kirjaa Siltarekisterissään. (13, linkit Liikenneverkko > Tiet > Siltarajoitukset > Painorajoitetut sillat 23.03.2014 (pdf).)

Suurempien yhdistelmien tuomat lisärasitukset siltoihin eivät ole kantautuneet kaikkien tietoon vielä. Monet sillat eivät täytä kaikkia niille laadittuja rakenne- ja kuntovaatimuksia heikenneen kunnossapidon vuoksi. Heikko kansantaloudellinen aika heijastuu kaikkiin kunnostus-, perusparannus- ja rakennuskohteisiin pitkällä vuosien viiveellä. Paikalliset ELY-keskukset pitävät ajantasaista kirjaa toiminta-alueillaan sijaitsevista silloista, mutta liikennemäärien kasvu ja Suomen monivivahteiset vuodenajat, ilmastonlämpenemisestä puhumattakaan, vahingoittavat niiden rakenteita. Yleisesti ympäristön ja ilmaston vaikutukset tiedostetaan hyvin, mutta niiden vaikutuksia siltojen rakenteisiin vähätellään.

Liikennevirasto on seurannut raskaan liikenteen ajoneuvojen painoja pistokokeilla loppuvuodesta 2013 lähtien, jolloin astuivat uudet massa- ja mitta-asetukset voimaan. Asetusten nopea voimaantuluminen on yllättänyt Liikenneviraston virkamiehet. Liikenneviraston asiantuntijat eivät olleet ennen voimaantulospäivämäärää ehtineet analysoida tarkasti raskaan liikenteen painoja. Suomessa

vuodesta 2010 lähtien on siltoja suunniteltu yleiseurooppalaisten eurokoodien pohjalta. Liikenneviraston akselimassatutkimuksista ja kuormista kerätyn aineiston pohjalta on käynyt ilmi, ettei eurokoodi riitä. (14, s. 4 - 5.)

Suomalainen raskasliikenne on raskaampaa kuin keskiverto eurooppalainen. Ongelmia ei synny yksittäisellä ajoneuvolla, mutta mikäli kohtaamistilanteessa esimerkiksi samalla sillalla on kaksi poikkeuksellisen raskasta ajoneuvoa, voi syntyä potentiaalinen ongelma. Lisäksi siltojen suunnitteluvaiheessa on otettava huomioon jonoutumiset. Pitkäjänteisillä silloilla voi olla useampi raskasajoneuvoyhdistelmä yhtä aikaa liikkeessä tai pysähdyksissä ruuhkaantuneen liikenteen vuoksi. (14, s. 4 - 5.)

Vanhoille silloille uusien kokonaispainojen tuomat suuremmat rasitukset voivat olla liikaa, koska ne on aikoinaan suunniteltu pienemmille kuormille. Suomen tiestöllä on noin 600 painorajoitettua siltaa. Edellinen akselimassatutkimus on toteutettu vuosina 1998 - 1999. Uusin tutkimus on osoittautunut erittäin hyödylliseksi jo ennen loppuraportin valmistumista. Suomen valtion kaikissa maantiesiltahankkeissa, jotka käynnistyvät syksyn 2014 jälkeen, on sovellettu uusia korkeampia suunnittelukuormia. (14, s. 4 - 5.)

6 LIIKENTEEN ENERGIAEHOOKKUUS

Nykypäivänä kannetaan yhä suurempaa huolta liikenteen tuottamista päästöistä ja niistä seuraavista ilmastomuutoksista. Tieliikenne on yksi päästöjen tuottajista, mutta pieni verrattaessa teollisuuden tuottamiin päästöihin. Maapallolla väkiluvun kasvaessa myös yleishyödykkeiden kulutus kasvaa räjähdysmäisesti moninkertaiseksi. Jokainen ihminen haluaisi jättää jälkikasvulleen mahdollisimman hyvän, turvallisen ja terveellisen kasvuympäristön. Kaikkea on mahdotonta luvata, mutta omalla esimerkillä ja kuluttamisen vähentämisellä luodaan ainakin hiekanjyvän verran paremmat lähtökohdat tuleville sukupolville.

Tieliikenne on Suomessa liikennemuodoista suurin, joten se on avainasemassa ja myös perustana muille liikennemuodoille. Pitkät etäisyydet, harva asutus taajamien ulkopuolella ja palveluiden katoaminen pieniltä paikkakunnilta vaikuttavat omalta osaltaan liikenteen määrään ja myös siihen, että tieliikenteen merkitys korostunut Suomessa. (15, linkit Liikenne > Tieliikenne, autokanta.)

Hyvin toimivalla liikenteellä on tärkeä merkitys yhteiskunnan ja talouselämän toimivuudelle. Kansalaisten korkea elämäntaso nostaa osaltaan polttoaineiden kulutusta, koska joka paikkaan on päästävä polttoainetta kuluttavalla ajoneuvolla. Syy lisääntyneeseen liikkumiseen paikasta toiseen saattaa löytyä jatkuvasta kiireestä, hektisestä elämänvaiheesta tai muista asioista, joita ihminen itse tuottaa.

Turvallinen liikkuminen ja sujuvat kuljetukset tukevat kehitystä Suomessa. Selkeät ja toimivat yhteydet luovat työpaikkoja, palveluita sekä sosiaalista ja alueellista tasa-arvoisuutta. Tärkeää on tavoitella mahdollisimman kestävä ja energiatehokasta liikennettä unohtamatta sen aiheuttamia vaikutuksia ympäristölle. (15, linkit Liikenne > Tieliikenne, autokanta.)

Energiatehokkuuden lisääminen kaikessa liikenteessä on tärkeää, jotta kasvihuonekaasujen vähennystavoitteet voitaisiin saavuttaa ja turvata terveellinen kasvuympäristö tuleville sukupolville. Suomessa energiatehokkuutta kasvatetaan erilaisin keinoin tieliikenteessä ja muissa liikennemuodoissa. Suomessa on tehty ja tehdään jatkuvasti paljon tutkimusta ja myös käytännön toimia liikenteen

energiatehokkuuden parissa. Asialla ovat viranomaiset, korkeakoulut, erilaiset tutkimuslaitokset ja monet muut toimijat. (15, linkit Liikenne > Liikenteen energiatehokkuus.)

6.1 Tavaraliikenteen energiatehokkuus

Nyky aikaisten kuorma-autojen ja ajoneuvoyhdistelmien energiatehokkuutta voidaan parantaa toiminnansuunnittelun lisäksi ajoneuvokaluston hankintaa ja käyttöä koskevilla toimenpiteillä. Ajoneuvojen painoon ja aerodynamiikkaan panostamalla säästö voi olla jopa 30 %. Taloudellisen ajotavan omaksuminen yhdistettynä uusimpiin polttoainetta säästäviin toimintoihin, esimerkiksi elektronisesti ohjattuihin vaihteistoihin tuo säästöä 5 - 15 %. Myös ajoneuvovalmistajien välillä on merkki- ja mallikohtaisia eroja 5 - 15 %. Suomen vaihtelevat vuodenaajat vaativat rengastukselta paljon. Erilaisia ominaisuuksia ja renkaiden valmistajia on useita, joista on mahdollista valita juuri käyttötarkoitukseen parhaiten soveltuvat renkaat. Renkaiden tuomat säästöt liikkuvat 5 -15 % välillä. (16, linkit Liikenne > Ammattiliikenteen energiatehokkuus > Tavaraliikenteen energiatehokkuus.)

Ajoneuvoyhdistelmän muokkaaminen yksilöllisen näköiseksi lisävarusteilla voi lisäksi parantaa ajoneuvon energiatehokkuutta. Hyviä esimerkkejä ovat ilmaohjaimet, joiden käytöllä voidaan saavuttaa jopa 4 - 8 % parempi polttoainetaloudellisuus. Perävaunujen tuomat polttoainesäästöt riippuvat suuresti siitä, millaiseen käyttötarkoitukseen ajoneuvoyhdistelmä on tarkoitettu. Perävaunujen tuomat säästöt ovat 3 - 5 %. Voiteluaineiden 1 - 2 % polttoainesäästö tuntuu pieneltä, jota ei moni ajoneuvoyrittäjä edes huomioi millään tavalla. Voiteluaineiden säännöllinen tarkastus ja vaihtaminen ajallaan edes auttavat yhdistelmien moitteettoman toiminnan. Öljyn- ja muiden voiteluaineiden vaihtaminen on kaikista edullisinta remonttia. (16, linkit Liikenne > Ammattiliikenteen energiatehokkuus > Tavaraliikenteen energiatehokkuus.)

6.2 Taloudellinen ajotapa

Jokaisella ajoneuvoa ajavalla on yksilöllinen ajotapa ja oma näkemys ajotavastaan. Yleisesti ottaen lähes jokainen yliarvioi omat ajotaitonsa. Useasti varsinkin aamuisin ja työpäivän päätyttyä usealla autoilijalla on kiire päästä perille. Ajota-

van muutoksella ja aikataulujen tarkistuksella saadaan huomattava polttoaineiden kustannustenlasku, koska liian tiukka aikataulutusta ei tuota riittävää kustannus- ja kuljetustehokkuutta.

Raskaassa ajoneuvokalustossa taloudellinen ajotapa näkyy säästöinä polttoaine-, huolto- ja korjauskustannuksissa. Autonvalmistajat, kurssikeskukset ja ajo-opistot tarjoavat taloudellisen ajotavan kursseja. Kursseilla käydään teoriassa kuin myös käytännön ajotestillä läpi, miten yksinkertaisilla asioilla voidaan pienentää yhdistelmien polttoaineen kulutusta 5 - 15 %. Tällä hetkellä Suomen ollessa taantumassa valtion virkamiehet etsivät kohteita, joista voitaisiin kerätä lisätuloja. Autoilu on helppo ja vaivaton kohde, koska Suomessa tarvitaan autoa kulkemiseen paikasta toiseen pitkien välimatkojen takia.

6.3 Liikenteen päästöt

Ympäri maailmaa ollaan huolestuneita ilmaston saastumisesta ja kasvihuonepäästöistä. Huoli huomisesta on erittäin ajankohtainen asia jokaisella ihmisellä. Suomi muiden maiden joukossa on lupautunut vähentämään kasvihuonepäästöjä. Päästöjen leikkaamiseen valtio on laatinut lakipykälä ja asetuksia, joilla leikkaukset toteutetaan. Autoilukin on saanut omat rajoitukset ja normit.

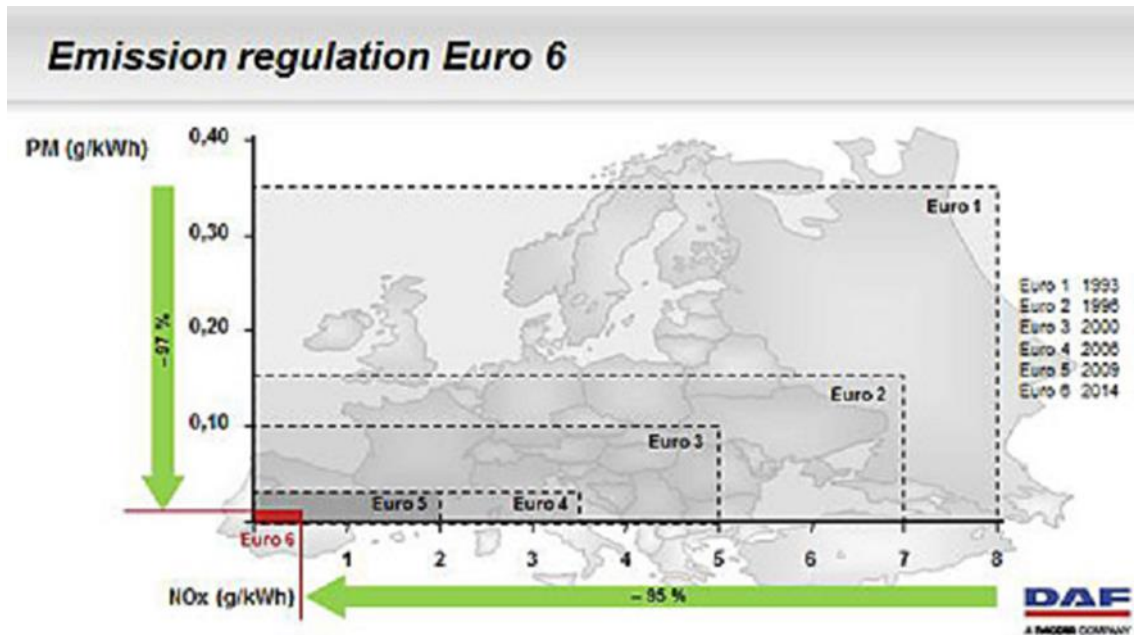
Raskaan ajoneuvokaluston pakokaasupäästöjä on rajoitettu vuosien saatossa useaan otteeseen. Euroopan Unionin laatimat pakokaasunormiluokat ovat saaneet uusimman Euro 6 normin, joka on tullut voimaan 1.1.2014. Euro 6 normi on edellistä Euro 5 vieläkin tiukempi. Taulukossa 1 on esitetty Euro-luokitusten raja-arvot.

TAULUKKO 1. Euroopan Unionin direktiivin antamien pakokaasujen raja-arvot ja niiden voimaantulo vuodet (17)

Tier	Date	Test cycle	CO	HC	NO _x	PM	Smoke
Euro I	1992, < 85 kW	ECE R-49	4.5	1.1	8.0	0.612	
	1992, > 85 kW		4.5	1.1	8.0	0.36	
Euro II	October 1996		4.0	1.1	7.0	0.25	
	October 1998		4.0	1.1	7.0	0.15	
Euro III	October 1999 EEVs only	ESC & ELR	1.0	0.25	2.0	0.02	0.15
	October 2000	ESC & ELR	2.1	0.66	5.0	0.10 0.13*	0.8
Euro IV	October 2005		1.5	0.46	3.5	0.02	0.5
Euro V	October 2008		1.5	0.46	2.0	0.02	0.5
Euro VI	31 December 2013 ^[15]		1.5	0.13	0.4	0.01	

* for engines of less than 0.75 dm³ swept volume per cylinder and a rated power speed of more than 3,000 per minute. EEV is "Enhanced environmentally friendly vehicle".

Liikenteen tuottamista kasvihuonepäästöistä merkittävin on hiilidioksidi. Muita ovat hiilimonoksidi, hiilivety, typpioksidi, metaani, typpioksiduuli, rikkidioksidi ja pienhiukkaset. Kuvassa 7 PM- ja NO_x-yhdisteiden kehitys Euro-luokituksien myötä. Kemiallisten aineiden lyhenteiden nimitykset on selitetty työn alusta löytyvässä sanastossa.



KUVA 7. PM- ja NO_x-määrien lasku %:na Euro-luokituksen kehittyessä (18)

Suomessa tieliikenne tuottaa noin 20 % koko maan sisäisistä kasvihuonepäästöistä. Tieliikenteen tuottamien kasvihuonepäästöjen osuus on pysynyt lähes samoissa lukemissa jo vuosikymmenen ajan. Suomi on sitoutunut päästöjen vähentämiseen kaikilla päästökaupan ulkopuolisilla sektoreilla, myös liikenteessä. Liikenteen päästöjä pyritään pienentämään 15 % vuoteen 2020 mennessä verrattuna 2005 päästöihin. Päästövähennys on mahdollista, jos otetaan käyttöön monipuolinen työkalupakki:

- lisätään hyvälaatuisten biopolttoaineiden käyttöä
- edistetään energiatehokkuutta erityisesti uudella ajoneuvoteknologialla
- parannetaan liikenteen ja maankäytön suunnittelua
- lisätään joukkoliikenteen houkuttelevuutta. (15, linkit Ympäristö > Päästöt ja ilmastonmuutos > Liikenteen päästöt.)

6.4 Tulevaisuuden energiamuodot

Tulevaisuudessa kuljetuskaluston käyttöenergiamuodot muuttuvat nykyisistä fossiilisista polttoaineista vaihtoehtoisiin, joihin lukeutuvat esimerkiksi maakaasu, biopolttoaineet, sähkö ja hybriditekniikka.

Wärtsilä on aloittanut Torniossa LNG-terminaalin rakentamisen Manga LNG Oy:lle. Myös Porissa on samanaikaisesti rakenteilla toinen LNG-terminaali. Lyhenne LNG tulee sanoista liquefied natural gas, joka tarkoittaa nesteytettyä maakaasua. Wärtsilän ulkomaille myymistä voimalaitoksista jo 70 % toimii maakaasulla. Kaasun käyttö yleistyy merenkulussa kiristyneiden rikkidirektiivien myötä, jotka pakottavat varustamoita vähentämään käytössä olevien laivojen päästöjä. Seuraava looginen askel on muuttaa Suomen suurimpien teollisuuslaitosten käyttämä energialähde maakaasuun. (19.)

Nesteytetyn maakaasun käytön uskotaan lisääntyvän raskaassa liikenteessä kiristyvien päästönormien ja biopolttoaineiden paremman saatavuuden myötä. Tulevia päästönormeja on yhä vaikeampi saavuttaa perinteisillä fossiilisilla polttoaineilla, mutta vielä ei ole kehitetty raskaaseen ajoneuvokalustoon soveltuvia vaihtoehtoja, jotka korvaisivat kokonaan dieselkäyttöiset voimanlähteet. Tekniikan muutokset vaativat vuosien tutkimukset ja useiden kehitysversioiden testauksen eri käyttöolosuhteissa. (19.)

Ajoneuvovalmistajien haluttomuus muuttaa käytössä olevia ja hyväksi todettuja ratkaisuja, jotka jarruttavat uusien energialähteiden käyttöönottoa dieselmootto-
reiden korvaajina. Dieselpolttoaine on hyötysuhteeltaan paras ja edullisin vaihtoehto, jota on saatavilla ympäri maailmaa. Suurimmat erot muihin vaihtoehtoihin verrattaessa ovat käyttövarmuus, laaja toimintasäde, käyttölämpötila, polttoaineen saanti ja hyötysuhde polttoaine ja ilmaseoksen painoon verrattuna.

Uusien energiamuotojen kehittyttyä ne syrjäyttävät fossiiliset polttoaineet ajoneuvotekniikassa vakaavaraisissa valtioissa. Köyhissä valtioissa muutos tapahtuu hitaammalla syklillä. Heikomman varallisuuden valtioissa muutokset tulevat vastaan silloin, kun ei ole enää saatavilla fossiilisia polttoaineita ja siirtyminen uusiin energiamuotoihin on väistämätön.

Tulevaisuuden teknologia tulee ratkaisemaan suurella rintamalla kaiken, joka liittyy liikkumiseen paikasta toiseen. Suomen vaihtelevat vuodenajat ja pitkät etäisyydet vaativat käyttämään kulkemista helpottavia laitteita tai ajoneuvoja. Suomen tieliikenneverkko on levittäytynyt laajalle ja kattaa eri kuntoluokituksen omaavia tieosuuskoja koko maassa. Suomessa eritoten kulkemiselle paikkojen välillä on painavat perusteet asuinpaikkojen sijaintien vuoksi.

Tulevaisuudessa kumipyörien päällä kuljetettavan materiaalin koko kasvaa entisestään. Yhdistelmien kokonaispainot ja pituudet kasvavat kuljettavien materiaalmäärien myötä. Kuljetuspalveluita tarjoavia yrityksiä on nykyistä vähemmän kilpailemassa ajosuorituksista. Vain isoimmat ja vakaavarammat yritykset voivat investoida tulevaisuudessa uuteen teknologiaan.

7 MITTOJEN JA MASSOJEN KEHITYS

Suomessa ajoneuvojen ja ajoneuvoyhdistelmien fyysiset mitat ovat muuttuneet useaan kertaan. Ensimmäinen mittoja ja massoja koskeva asetus säädettiin jo vuonna 1922. Kyseinen asetus astui voimaan vuotta myöhemmin eli vuonna 1923. Vuosien varrella ajoneuvot ja yhdistelmät ovat kasvaneet suuremmiksi, joka vääjäämättä on vaatinut asetuksien päivittämistä kyseiseen aikaan sopiviksi. Uusin enimmäismittoja ja massoja koskeva asetus astui voimaan 1.10.2013. Taulukossa 2 on kirjattu suurimpien sallittujen mittojen tärkeimmät muutokset Suomessa. (5, s.133.)

TAULUKKO 2. Suurimmat sallitut mittamuutokset Suomessa (5, s.133)

Määre	Päivämäärä	Mitta (m)		
Leveys	1.1.1923	2		
	31.7.1931	2,1...2,3 tieluokasta riippuen		
	1.2.1938	2,1...2,3		
	1.6.1948	2,3...2,4		
	1.12.1957	2,4		
	1.1.1963	2,5		
	1.12.1987	2,6		
Korkeus	1.12.1957	3,8		
	1.8.1966	4		
	1.1.1997	4,2		
	1.10.2013	4,4		
Pituus		Kuorma-auto	Kuorma-auto + puoliperävaunu	Kuorma-auto + täysperävaunu
		11	14	14
			14 (18)	18
			15 (20)	
			16 (20)	
		12		22
			16,5	
				25,25 ¹

Suluissa tuolloin erikseen sallittu pituus niin sanotuille pitkän tavarat (puu- ja muut pylväät, rakennuselementit, terästangot ym.) kuljetuksissa.

¹ Koskee vain moduuliyhdistelmiä.

Ajoneuvojen ja ajoneuvoyhdistelmien kasvaessa myös painot kasvoivat. Virallisesti näitä painomuutoksia kutsutaan massamuutoksiksi. Taulukossa 3 on massamuutokset vuosien varrelta.

TAULUKKO 3. Painojen muutokset Suomessa vuodesta 1923 alkaen (5, s.133)

Päivämäärä	Akselipaino	Telipaino	KA 2-aks kokonaispaino	KA 3-aks kokonaispaino	KA + PV kokonaispaino
1.1.1923	2,8...5,01		4,0...7,0 ¹		
1.7.1923	2,8...5,31		4,0...7,5 ¹		
31.7.1931	2,8...5,81		4,0...8,2 ¹		
4.2.1938	3,2...6,41	7,4	4,5...9,0 ¹	10,5	12
1.6.1948	5,6...7,21	10	10,1	14,2	16,5
17.6.1955	6,4	10			20,1
1.12.1957					24
1.7.1961	8	13	12,5	17,5	30
1.8.1966			13,6 ²	18,2 ²	32 ³
10.9.1971					32/35 ⁴
1.7.1975	10	16	16 ²	22 ²	42
1.4.1982					48
1.1.1990		18	17	25	56/60 ⁵
1.1.1991		19 ⁶		26 ⁶	
1.1.1993	10 (11,5) ⁷		18		
1.7.1993					60 ⁸
1.10.2013					76 ⁹

¹ Tieluokasta riippuva.

² Ministeriö vahvisti etuakselipainon (ja kokonaispainon).

³ Puoliperäyhdistelmä 30 tonnia.

⁴ Erikseen merkityt tiet 35 tonnia.

⁵ Erillisellä päätöksellä talviaikana maan ollessa jäätyneenä 60 tonnia edellyttäen, että täysperävaunuyhdistelmässä on vähintään seitsemän akselia.

⁶ Ilmajousitettu tai jousitusominaisuuksiltaan vastaava telirakenne (telin akseleiden kuormitus ei saa ylittää 9,5 tonnia).

⁷ Suluissa paripyörin varustetun vetävän akselin paino.

⁸ Edellyttäen, että täysperävaunuyhdistelmässä on vähintään seitsemän akselia.

⁹ Ajoneuvoyhdistelmän 9-akselinen kokonaispaino 60 t --> 76 t.

Yli 60 tonnin yhdistelmissä on käytettävä paripyöriä (65 % perävaunun massasta paripyörille).

Suomessa uusia massoja ja mittoja koskevat asetukset astuivat voimaan 1.10.2013. Uudet asetukset ovat voimassa siirtymäajan 30.4.2018 asti. Taulukossa 4 on lueteltu kuorma-autoille, perävaunuille ja niiden yhdistelmille akseli-

kohtaisia massoja. Kokonaismassa on riippuvainen käytettyjen akselien lukumäärästä.

TAULUKKO 4. Suurimmat kokonaispainot ja mitat Suomessa 1.10.2013 alkaen (20)

Akselimassa kuorma-autolle:		Mitat:	
Vetävä akseli	10 t	pituus	25,25 m
Minu kuin vetävä akseli	11,5 t	korkeus	4,40 m
2-akselinen teli	19 t	leveys	2,55 m
paripyörin (4-akselinen auto)	21 t	pit. Yli 22 m lämpöeristämätön	
3-akselinen teli		leveys	2,60 m
yksikköpyörät kahdella akselilla	24 t	pit. Max 22 m, tai 22 m lämpöeristetty	
paripyörät kahdella akselilla	27 t		
Vetävien akselien massa:		Kokonaismassat yhdistelmille:	
Auton massasta:	väh. 25 %	Auton ja puoliperävaunun yhdistelmä	48 t
Yli 68 t yhdistelmän massasta:	väh. 20 %	Auton ja keskiakselisen perävaunun yhd.	44 t
Yli 44 t - 68 t yhdistelmän massasta:	väh. 18 %	4-akselinen**	36 t
<p>Jos ajoneuvoyhdistelmässä, jonka massa on yli 44 t, vetäville tai vetäville akselille yhteensä kohdistuva massa on alle 18 % ajoneuvoyhdistelmän massasta, vetoajoneuvo on 16 §:n 2 momentissa tarkoitettuna aikana varustettava laitteella, jolla voidaan parantaa ajoneuvon liikkeellelähtökykyä liukkaalla tienpinnalla.</p>		5-akselinen**	44 t
Kokonaismassat kuorma-autolle:		6-akselinen**	53 t
2-akselinen	18 t	7-akselinen**	60 t
3-akselinen	26 t	8-akselinen**	64 t
4-akselinen	35 t	8-akselinen*	68 t
5-akselinen	42 t	9-akselinen**	69 t
Kokonaismassat perävaunuille:		9-akselinen*	76 t
2-akselinen	20 t	<p>*= paripyöräsääntö, vähintään 65 % perävaunun massasta tai perävaunujen massasta yhteensä kohdistuu akselille, jotka on varustettu paripyörin.</p>	
3-akselinen	30 t	<p>** auton ja varsinaisen perävaunun yhdistelmä tai auton, apuvaunun ja puoliperävaunun yhdistelmä tai auton, puoliperävaunun ja sen päälle kytketyn toisen puoliperävaunun yhdistelmä tai/taikka auton, puoliperävaunun ja keskiakseliperävaunun yhdistelmä.</p>	
4-akselinen	38 t		
5-akselinen	42 t		

8 KULJETUSKALUSTO

Kuljetuskaluston kirjo raskaassa-ajoneuvokalustossa on todella monipuolista johtuen erilaisista materiaaleista, joita tulee liikutella paikasta toiseen. Kuljetettava rahti voi olla kiinteä, kappaletavara tai nestemäinen. Opinnäytetyössä keskitytään kappaletavarakuljetuksissa käytettävään kuljetuskalustoon. Uusien painoluokka uudistuksien myötä kiinnostus raskaampien ajoneuvoyhdistelmien mahdollistamiseen Suomen tiestöllä hiipii yhä useampien yrittäjien mieleen. Kuitenkin ennen yhdistelmän tilaamista on suositeltavaa ja järkevää puntaroida todelliset tarpeet.

Kokonaisen ajoneuvoyhdistelmän hankinta kerralla on suuri kertamuotoinen investointi. Tällä hetkellä vain harvalla kuljetusyrittäjällä on mahdollista hankkia uusi ajoneuvoyhdistelmä omakustanteisesti. Mahdollinen leasingmuoto helpottaa ja keventää pääomakustannuksia jaksottamalla takaisinmaksuaikaa pitemmälle aikavälille. Erittäin monipuoliset vaihtoautot ja käytettyjen perävaunujen markkinat voivat olla varteenotettava vaihtoehto vertailtaessa ajoneuvoyhdistelmien hankintahintoja keskenään.

Huolellinen kirjanpito yrityksen sisällä luo hyvän pohjan, kun mietitään kaluston päivittämistä. Yrittäjän reaaliaikainen tieto kiinteistä ja muuttuvista kuluista auttavat suuntaamaan katseet tulevaisuuteen. Tällöin voidaan suunnitella yrityksen toiminnan jatkamista riskittömästi vuosiksi eteenpäin. Hyvä taloudellinen pohja yrityksellä ei horjuta heti pienten vastoinikäymisten ilmaantuessa kohdalle.

Yli 76-tonninen yhdistelmä vaatii vetoautolta voimaa, vääntöä ja sen tulee olla ketterä käyttää. Ajoneuvoyhdistelmän vetoautona toimisi kolmiakselinen telive-toinen rekkaveturi eli Tractor. Yksi vaihtoehtoiseksi vetoautoksi on Volvo FH16 750hp 3550 Nm, 6X4, joka olisi varustettu I-Shift DC - kaksoiskytkinvaihteistolla. I-Shift on ehkä älykkäin vaihteenvaihtamisjärjestelmä, joka on tällä hetkellä saatavilla raskaaseen ajoneuvokalustoon. Tämän vaihteiston jatkeeksi voimansiirtolinjastoon Volvo lanseerasi uuden kaksoiskytkinrakenteen, joka minimoi vaihteenvaihtamisessa kuluvan ajan ja maksimoi tarvittavan voiman säilyttäen jatkuvan vedon takarenkailla. Tällainen rakenne poistaa yli-

määräiset nykimiset ja katkokset, joita syntyy tavallisesti mekaanisesti vaihdettaessa vaihdetta niin kutsutussa manuaalivaihteistossa. Taka-akselistot olisivat napavetoiset. Ajoneuvo pystyy suoriutumaan Suomen vaihtelevasta maastosta ja eri vuodenaikojen mukana tuomista vaativistakin ajo-olosuhteista suhteellisen vaivattomasti. (21, linkit Uutisia > Uutiset & lehdistötiedotteet.)

Suomessa on käytössä aidatuilla tehdasalueilla 180 tonnin ajoneuvoyhdistelmiä. Suljetuilla tehdasalueilla liikennöinti poikkeaa suuresti tieliikenteestä. Rajoittavia tekijöitä ovat maksimi nopeus 35 km/h, tasainen ajoalusta, ennalta määrätyt ajoreitit ja rajallinen ajoneuvoliikenne. Myös kaivoksissa on käytetty 120 tonnin yhdistelmiä, mutta näiden yhdistelmien käyttöä on hidastanut voimansiirtolinjastoissa havaitut heikkoudet ja niiden tuomat korjauskustannukset. Kaivoskäytössä vetävältä ajoneuvolta vaaditaan erityisesti mäennousukykyä, voiman tasaista jakautumista koko käytettävälle kierrosalueelle, pieniä vaihdenvälityksiä ja voimansiirtolinjaston kestävyyttä. Alaspäin mentäessä tarvitaan hyviä nopeutta hidastavia laitteita ja toimintoja, joihin lukeutuvat tehokkaat pyöräjarrut, moottorijarru eli VEB ja hidastin. (22.)

Ruotsissa 90 tonnin ajoneuvoyhdistelmät ovat olleet käytössä jo yli kolme vuotta puutavaraliikenteessä maan pohjoisosassa. Scania otti taannoin käyttöönsä yhdistelmän omien tehtaiden väliseen tavarankuljetukseen. Yhdistelmässä veto-laitteisiin kohdistuvia rasituksia tarkkaillaan kameroiden ja anturointien avulla. Reaaliaikaista dataa voidaan tutkia jälkeenpäin ja etsiä poikkeavuuksia antureiden keräämästä tiedosta esimerkiksi ajoneuvoyhdistelmän stabiliteetin muutoksista maaston mukaan. (22.)

Scanian oma kuljetusyhtiö Scania Transportlaboratorium aloitti Ruotsissa kokeilun, jossa testataan suurempien kokonaismassojen vaikutusta ajoneuvoyhdistelmien polttoainetalouteen ja ympäristöön. Södertäljen ja Helsingborgin välillä ajetaan 31,5-metrisellä yhdistelmällä, joka koostuu normaalista rekkaveturista sekä kahdesta toisiinsa dollyllä kytketystä puoliperävaunusta. Scanian mukaan kahden perävaunun yhdistelmällä voidaan saavuttaa jopa 30 % säästö polttoaineenkulutuksessa sekä hiilidioksidipäästöissä. (23.)

Lähinnä tutkimusmielessä komponentteja Södertäljen ja Hollannin Zwollen välillä kuljettava Scania Transportlaboratorium kertoo puristaneensa tavarakuljetusten hiilidioksidipäästötason puoleen vuosien 2008 ja 2012 välillä. Keinoina on käytetty kuljetuskoulutusta, kaluston optimoimista sekä keskinopeuden pudottamista. Vastikään alkaneella testillä halutaan osoittaa, että kokonaispituuden ja kokonaismassan kasvattamisella voidaan saavuttaa merkittäviä säästöjä ja pienempiä haitallisia päästömääriä. (23.)

Suomalaiset ajoneuvo- ja perävaunuvalmistajat ovat kantaneet oman kortensa suurempien yhdistelmien rakenteellisten muutosten saralla. Useat suuremmat toimijat ovat tiedottaneet omat rakennemuutosehtonsa, joita tulee noudattaa kasvatettaessa ajoneuvoyhdistelmien kokoa. Liitteessä 7 - 9 on eri perävaunuvalmistajien runko- ja akselimuutoksia koskevia tiedotteita. Liitteessä 10 on ajoneuvovalmistajan antamia massojen korotusmuutoksia sekä erilaisia tulkin- taohjeita, jotka koskevat jarruja, runkovahvistuksia ja vetopalkkeja.

Yhdistelmien kokonaisuutta ajatellessa tulee huomioida akseli- ja telipainojen merkitys yhdistelmämassaan. Teliakseleiden väliset mitat, akselimassat ja rengastus ovat avainasemassa, kun halutaan yhdistelmälle mahdollisimman suuri kokonaismassa. Akseleiden sijoittelu toisiinsa nähden määrittelee suurimman sallitun akselikohtaisen akselimassan tai telimassan. Akseleiden rengastus, jousitus tai ohjaus muokkaa myös akseleille sallittuja massoja. Yhdistelmän perävaunuissa saattaa olla sekaisin niin yksikköpyörillä varustettuja akseleita kuin paripyörin varustettuja.

8.1 Vetoauto

Käytettynä Suomeen tuotavien autojen kohdalla tulee hankkia valmistajalta dokumentit, joista ilmenee kaikki rakenteelliset arvot ja mahdolliset rajoittavat tekijät massakorotuksia ajatellen. Vetoauton tulee täyttää Suomen tieliikennelaissa vaaditut kriteerit. Ajantasaiset lakipykälät löytyvät Finlexin verkkosivuilta asetuksesta ajoneuvon käytöstä tiellä. Vetoauton tehontarve saadaan laskemalla Suomen tieliikennelaissa säädetyn pykälän 23 § momentissa 6 olevalla kaavalla. Kaavaan on lisättävä yhdistelmän kokonaismassa tonneina.

Laskuesimerkissä on käytetty yhdistelmänmassana 100 tonnia.

$$300 \text{ kW} + 2,625 \text{ kW/t} \times 100 \text{ t} = 562,5 \text{ kW}$$

$$562,5 \text{ kW} \times 1,341022 \text{ hp} = 754,324875 = 754,4 \text{ hp}$$

$$1 \text{ kW} = 1,341022 \text{ hp}$$

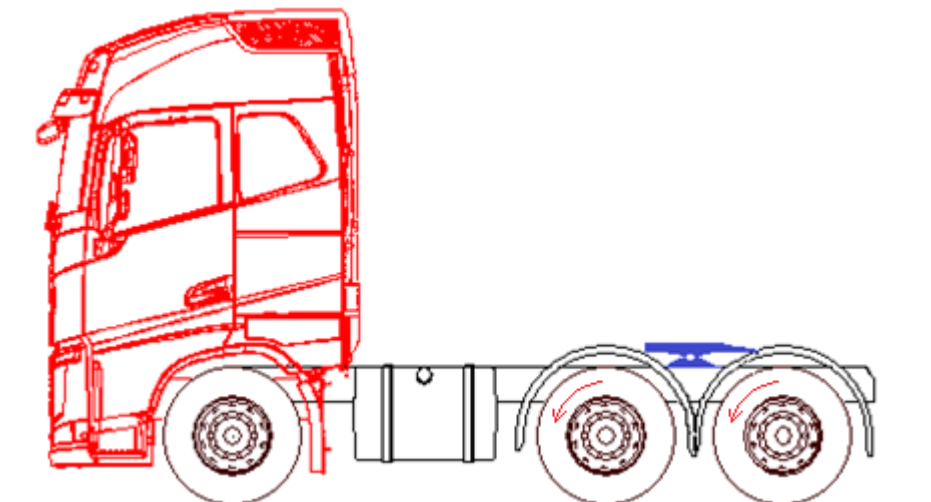
kW = kilowatti

t = tonni

hp = hevosvoima

Esimerkkilaskun tuloksen mukaan Volvo FH16 6x4-auton tuottama teho ei riittäisi laskennallisesti 100 tonnin moduuliyhdistelmän ajoneuvoksi. Teoreettisesti vetoauto olisi alitehoinen 100 tonnin yhdistelmän vetäjäksi.

Tutkimuksen kohteena on vetoauto, joka on kolmiakselinen, telivetoinen rekkaveturi, jossa kaksi takimmaista akselia ovat vetäviä (kuva 8). Rekkaveturi on käytännöllinen monenlaisissa ajotehtävissä sen muunneltavuuden vuoksi. Sama ajoneuvoa voidaan käyttää erilaisten materiaalien ja aineiden siirtämiseen oli sitten kyseessä neste, kiinteä tai kaasu. Myös hankintahinnaltaan rekkaveturi on edullisempi verrattaessa normaaliin ajoneuvoyhdistelmän vetoautoon. Rekkaveturin fyysinen koko ja lyhyt akseliväli tekevät siitä ketterän ja helposti käsiteltävän.



KUVA 8. Rekkaveturi 6x4 (3)

8.2 B-linkki

B-linkki eli linkkivaunu, joka toimii vetoauton ja puoliperävaunun välissä yhdistävänä tekijänä mahdollistaa irtokonttien kuljettamisen. Irtokontteihin kuuluvat esimerkiksi meri-, varasto- ja työmaakontit (kuva 9). Rakenne eroaa huomattavasti puoliperävaunun rakenteesta pitkän peränylityksen, akselistojen ja veto-
pöydän sijoittelun osalta.



KUVA 9. 4-akselinen B-linkki eli linkkivaunu (3)

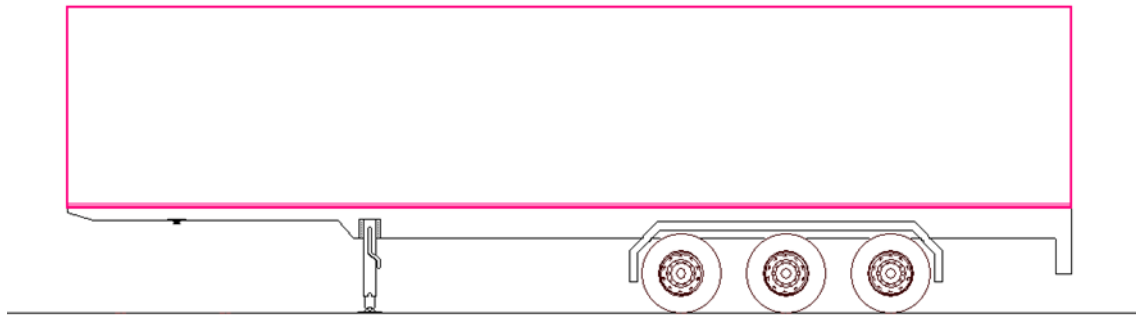
B-linkki voidaan varustaa liikkuvalla konttialustalla niin kutsutulla kävelevällä lattialla erikokoisten irtokonttien siirtoa ajatellen. Liikkuvan alustan etuihin voidaan mainita, että B-linkin päällä olevaa konttia voidaan siirtää tarpeen vaatiessa kiskojen päällä rungon pituus suuntaisesti. Esimerkiksi kun halutaan lisätä pitoa vetopyörille liukkaalla kelillä, tällöin voidaan muuttaa akselipainoja liikuttamalla B-linkkivaunun päälle sijoitettua konttia.

B-linkkiratkaisussa voidaan käyttää samaa vetoautoa molempien perävaunujen vetämiseen erikseen ja niitä voidaan siirtää lastattuna kuorman kanssa. Rakennerratkaisuna B-linkki ei ole teknisesti erityisen hyvä. B-linkin lastaaminen ja purkaminen vaatii enemmän aikaa kuin perinteisen perävaunun. Taloudellisuuden näkökulmasta B-linkki ratkaisuna ei ole yhtä hyvä kuin perinteiset puoli- tai täysperävaunut (24).

B-linkki ei ole mitenkään tavanomainen rakenneratkaisu, jos mietitään millaisia ajoneuvoyhdistelmiä Suomessa käytetään. Epäkäytännölliseksi sen tekee rajallinen käyttöaste, joka heikentää kilpailukykyä jo lähtötilanteessa pidempinä lastaus- ja purkuaikoina.

8.3 Puoliperävaunu

Puoliperävaunu on perävaunu, jonka kaikki akselit on sijoitettu sen takaosaan (kuva 10). Yleisesti käytössä olevat puoliperävaunut ovat varustettu kolmella akselilla ja ykköspyörillä. Veto- ja kytkentälaitteina yhdistelmässä toimivat vetoautoon sijoitettu vetopöytä ja puoliperävaunussa oleva vetotappi. Vetotappi on sijoitettu perävaunun etuosaan rungon alapuolelle. Perävaunun etuosan paino lepää vapaasti vetopöydän päällä. Puoliperävaunuja käytetään yleisesti rahtiliikenteessä eri maiden välillä.

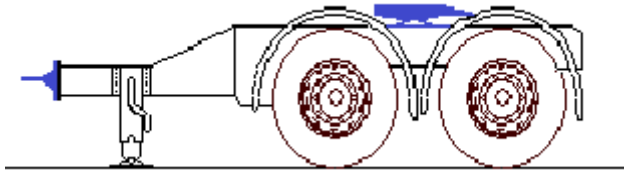


KUVA 10. 3-akselinen Semi-Trailer eli puoliperävaunu (3)

Tavarán lähtömaassa ajoneuvo tuo perävaunun satamaan, josta se lastataan laivaan kuljetettavaksi meriteitse määränpäähän. Saavuttuaan määränpäähän perävaunu ja sen sisältö puretaan laivasta satamaan, jossa sitä odottaa eri ajoneuvo. Tällainen käytäntö säästää aikaa, luontoa, rahaa, ajoneuvoja ja muita juoksevia kuluja, joita syntyy pitkillä maantiekuljetuksilla. Puoliperävaunu on ollut vuosia käytössä Suomen tiestöllä ja on varmistanut paikkansa yhdistelmien kokoonpanoissa.

8.4 Dolly

Dolly on apuvaunu, jonka avulla saadaan puoliperävaunusta samanlainen kuin varsinainen perävaunu. Dollyssa on yksi- tai kaksiakselinen rakenne ja se on varustettu vetopöydällä (kuva 11). Dollyn vetoaisa poikkeaa varsinaisen perävaunun vetoaisasta huomattavasti. Dollyn aisa on kiinteä, ja sen vuoksi vetokytkimen tulee olla tyyppihyväksytty sellaisen vetoon.



KUVA 11. 2-akselinen dolly eli apuvaunu (3)

DUO 2 -yhdistelmän dollyn vetoaisa eroaa perinteisestä huomattavasti pitemmän ja matalamman rakenteensa vuoksi (kuva 12). Matala ja pitkä vetoaisa mahdollistaa paremman stabiliteetin, jolloin koko yhdistelmän käsittely tiellä ajettaessa helpottuu. Hyvä stabiliteetti vähentää ylimääräisten korjausliikkeiden tarvetta ja vähentää vetolaitteille kohdistuvia rasituksia.



KUVA 12. DUO 2 -yhdistelmän dollyssa on totuttua pidempi vetoaisa vakauden kasvattamiseksi (25)

8.5 Rengasvalinnat

Ylläpitokustannusten kanssa painivat yrittäjät eivät ole saaneet yhdenmukaista tietoa siitä, mikä tulisi olla oikea valinta yli 76 tonnin ajoneuvoyhdistelmien rengastukseen. Kulujen minimointi ja niiden leikkaukset ovat arkipäivää näinä epävarmoina aikoina. Suuret investoinnit ovat monilla jäissä heikentyneiden työtälanteiden vuoksi. Uusia ajoneuvoyhdistelmiä ei hankita, jos töiden jatkumisesta ei ole varmuutta. Kilpailu ajojen saannista on kovaa ja kuljetuskustannuksista

saatava korvaus ei rikastuta yrittäjiä, vaan tukahduttaa entuudestaan kalusto-hankintoja.

Suomessa tehtyjen tierasituskokeiden mukaan perävaunullisten ajoneuvojen paripyöräsääntöä tarvitaan edelleen yksityisteiden, maanteiden ja katujen vaurioitumisien välttämiseksi. Suuremmat massat rasittavat tiestöjä kohtuuttomasti, jollei käytetä paripyöriä akselistoilla. Suomen tieliikennelaissa on määritelty auton ja perävaunun yhdistelmän massaa koskeva asetus ajoneuvojen käytöstä tiellä pykälän 23 § momentissa 1. (26, linkit Uutiset ja ajankohtaiset > Uutiset 1 - 2/2014 > Perävaunullisten ajoneuvojen paripyöräsääntö edelleen tarpeen.)

Valtioneuvoston asetusta ajoneuvojen käytöstä tiellä muutettiin syksyllä 2013. Yksittäispyörin varustettuja perävaunuja käytettäessä ei saa käyttää yhtä suuria yhdistelmämassoja kuin paripyörin varustetuissa yli 60 tonnin yhdistelmissä. Tämä paripyöräsääntö perustuu muun muassa. Varsinais-Suomessa Virttaalla 1980-luvulla saatuihin tutkimustuloksiin. Saatujen tulosten mukaan yksittäispyörä rasittaa päällystettyä tietä 2,5 kertaisesti verrattaessa paripyörään, kun molempia kuormitetaan yhtä suurella massalla. (26, linkit Uutiset ja ajankohtaiset > Uutiset 1 - 2/2014 > Perävaunullisten ajoneuvojen paripyöräsääntö edelleen tarpeen.)

Liikennevirasto on suorittanut uudelleen vastaavat tierasituskokeet Varsinais-Suomessa Virttaalla ja Vesilahdella. Näistä tierasituskokeista saatujen tulosten mukaan ykköspyörä, jonka kosketuspinta-ala jää alle 460 mm, rasittaa 2 - 4 kertaa enemmän kuin paripyörä. Molempia rengastusmalleja kuormitettaisiin yhtä suurilla massoilla. Ero on pienin paksupäällysteisillä ja suurin ohutpäällysteisillä teillä. Keväällä ero on vieläkin suurempi. Vastaavia tuloksia on saatu myös ulkomaisissa tutkimuksissa. (26, linkit Uutiset ja ajankohtaiset > Uutiset 1 - 2/2014 > Perävaunullisten ajoneuvojen paripyöräsääntö edelleen tarpeen.)

Uusien testitulosten mukaan paripyöräsääntö on tarpeen yksityisteiden, maanteiden ja katujen nopean vaurioitumisen välttämiseksi. Tutkimuksen yhtenä tavoitteena oli löytää tierasitukseltaan paripyörää vastaava yksittäispyörätyyppi, jolla saavutettaisiin yksittäispyörille tyypillinen pienempi oma massa ja vierintävastuksen vähenemä. Tutkimuksessa todettiin, että 495 mm levyinen rengas

olisi tierasituksen kannalta melkein yhtä hyvä kuin paripyörä. Ajoneuvoasiantuntijat pitivät sitä epäkäytännöllisenä korvaajana kapeammille yksittäispyörille, joka on hankinta hinnaltaan halvempi kuin leveä yksittäispyörä. (26, linkit Uutiset ja ajankohtaiset > Uutiset 1 - 2/2014 > Perävaunullisten ajoneuvojen paripyöräsääntö edelleen tarpeen.)

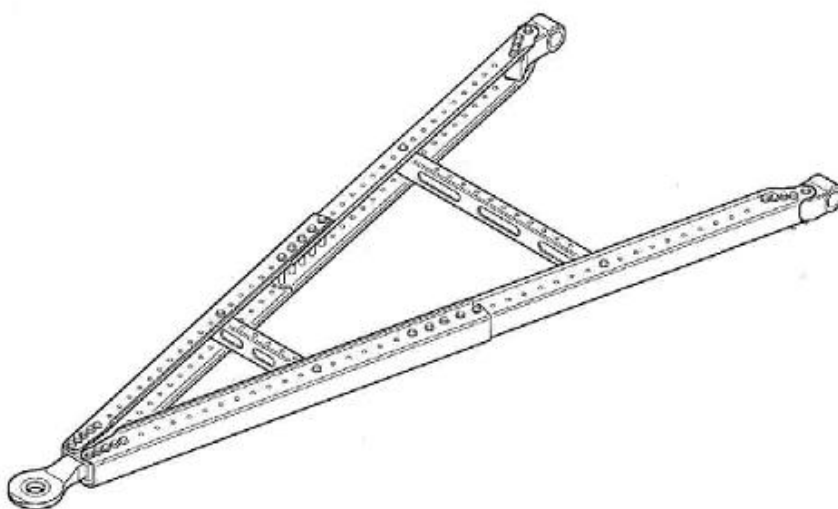
Leveä yksittäispyörä on hankintahinnaltaan kalliimpi kuin paripyöräratkaisussa käytettävät kapeammat pyörät. Leveiden yksittäispyörien liikuttelu ja vaihtaminen tienpäällä renkaan rikkoontumisen seurauksena on huomattavasti työläämpää ilman korjaamoilta löytyviä nostoapuvälineitä ja muita vaihtoa helpottavia käsityökaluja. Harvalla rengasliikkeellä on leveitä yksittäispyöriä hyllytavarana. Yleensä ne täytyy tila maahantuojalta erikseen ja toimitusaika saattaa venyä useaan päivään. Leveiden renkaiden pitäminen vararenkaina yhdistelmissä rajoittuu maksimissaan kahteen kappaleeseen. Näiden kahden leveän renkaan tilalla voidaan kuljettaa mukana 4 kappaletta kapeita paripyörissä käytettäviä renkaita.

9 VETO- JA KYTKENTÄLAITEET

Veto- ja kytkentälaitteita valmistavat tehtaot ovat kehittäneet omia patentoituja tuotteitaan vuosikymmeniä. Valmistajilla on tarjota kyseisille ajoneuvoyhdistelmille sopivia komponentteja, jotka täyttävät suoritusarvoiltaan suurempien kokonaismassojen tuomat vaatimukset. Yleisimpiin vetolaittevalmistajiin voidaan luetella Jost, Rockinger, VBG ja WAP. Suomalainen vetolaittevalmistaja M. Korte Oy Ylöjärveltä markkinoi valmistamiaan TAV-merkkisiä vetolaitteita, varaosia ja niiden lisävarusteita. Heidän tuotevalikoimassa ei ole tällä hetkellä vetokytkimiä yli 76t ajoneuvoyhdistelmille (27).

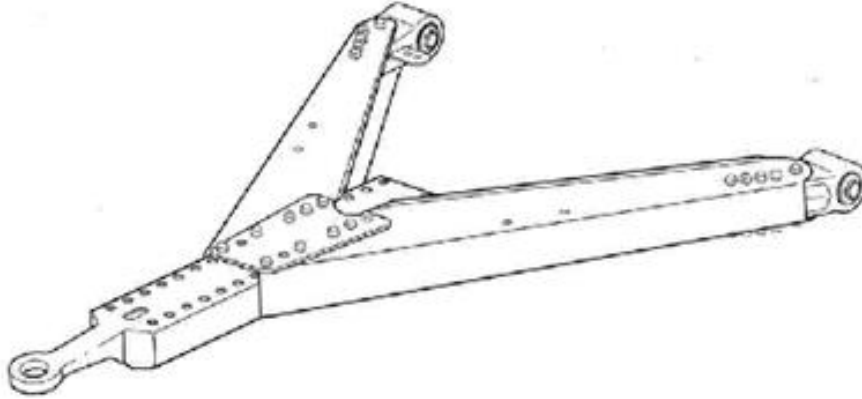
9.1 Vetoaisa

Vetoaisa yhdistää vetävän ajoneuvon hinattavaan tai vedettävään laitteeseen, jolloin siitä tulee yhdistelmä. Aisa on yleisesti kiinnitetty perävaunun etuvaunuun kumi- tai metallihelojen ja pulttien välityksellä niin kutsuttu helakiinnitteinen. Kumi toimii vaimentimena näissä kiinnityskokoonpanoissa. Metallinen sisäholkki ja pultti yhdistelmä toimii kuin sarana, joka mahdollistaa vetoaisan pystysuuntaisenliikkeen. Vetoaisoja on saatavilla eripituisia ja erilaisiin käyttötarkoituksiin. Kuvan 13 vetoaisa soveltuu käytettäväksi 60 tonnin kokonaispainoisissa yhdistelmissä.



KUVA 13. Pitkä perusmallin vetoaisa (28, linkit *Products > Drawbars > Multi XF > Mounting Instruction*)

Kuvan 14 vetoaisa on suunniteltu suuremmille kokonaismassoille. Massiivinen rakenne sallii suuremmat rasitusvoimat, jotka kohdistuvat aisaan eri ajotilanteissa. Aisan pituutta voidaan tarpeen vaatiessa muuttaa.



KUVA 14. Jykevä vetoaisa suuremmille kuormille (28, linkit Products > Drawbars > Multi > Mounting Instruction)

Myös dollyssa on vetoaisa. Dollyssa aisan kiinnitys on toteutettu hitsaamalla tai pulttaamalla ja vetoaisan fyysinen rakenne on huomattavasti massiivisempi kuin varsinaisessa perävaunun aisassa. Dollyn aisan rakenne on niin kutsuttu kiinteärakenteinen, joka ei salli minkäänlaisia vääntö-, kierto- tai joustoliikettä.

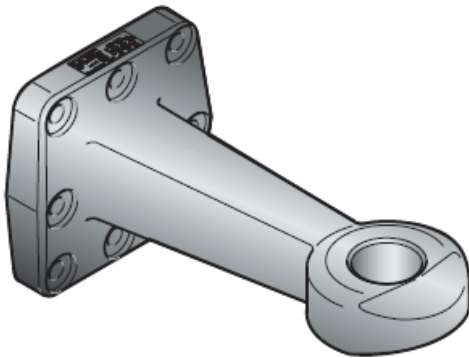
9.1.1 Vetosilmukka

Vetosilmukka valmistetaan yleisesti valamalla. Muottiin kaadetaan valmistuksessa tarvittava metalliseos. Valamisen jälkeen tehdään kaikki tarvittavat lisätyöt, joihin lukeutuvat esimerkiksi vetosilmukan helalle tehtävä reikä ja pinnan viimeistelyt. Vetosilmukka on kiinnitetty vetoaisanpäähän, jonka avulla perävaunu saadaan yhdistettyä vetoauton vetokytkimeen. Vetosilmukka on vaihdettavissa tarpeen vaatiessa. Kiinnitys on toteutettu hitsaamalla, niittaamalla tai pulttiliitoksella. Vanhemmissa vetoaisa malleissa käytetään yleisesti hitsattavaa vetosilmukkaa. Hitsattavat vetosilmukat ovat edullisia hankintahinnaltaan yksinkertaisen muotoilun vuoksi (kuva 15).



KUVA 15. VBG:n 50 mm:n hitsattava vetosilmukka (28, linkit Products > Drawbar Eyes > Welded Drawbar Eyes > Mounting Instruction > 16 - 089500)

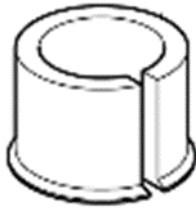
Dollyn aisassa käytetään pultattavaa vetosilmukkaa (kuva 16). Dollyn aisa rakenne on massiivinen verrattaessa perinteisiin vetoaisoihin.



KUVA 16. VBG:n 50 mm:n pultattava vetosilmukka (28, linkit Products > Drawbar Eyes > Flanged Drawbar Eyes > Mounting Instruction > 16 - 091700)

9.1.2 Vetosilmukan hela

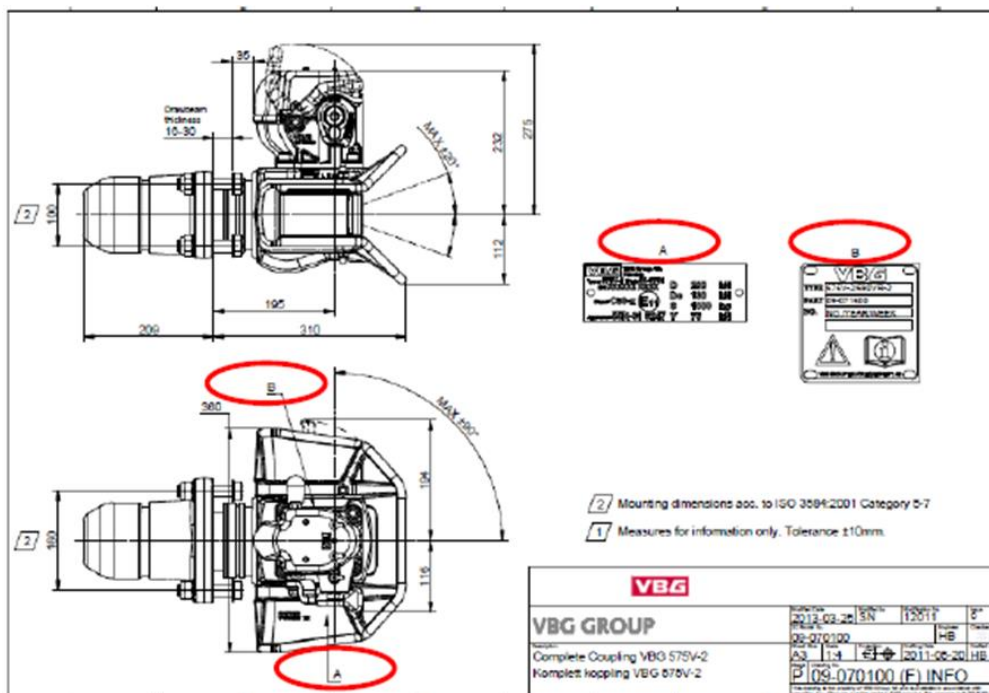
Vetosilmukan reiän kulumista estetään siihen asennetun teräksisen helan avulla. Helaa kutsutaan vetosilmukan helaksi (kuva 17). Helan valmistusmateriaali on erittäin kulumista kestävä teräseosta. Hela ja vetokytkimen tapin välykselle on annettu maksimi kulumisrajat. Liian suuret välykset vetolaitteissa rasittavat kokoyhdistelmää, joka tuntuu jarrutettaessa ja kiihdytettäessä ylimääräisenä nykäisyinä. Aisan hela on irrotettavissa ja vaihdettavissa tarvittaessa, jos se todetaan liian kuluneeksi. Vaihtamisen syitä ovat vetokytkimen tapin ja vetosilmukan helan välyksen suuruus tai hela on suurempi kuin sille annettu maksimi halkaisijamitta.



KUVA 17. 50 mm:n vetosilmukan hela (28, linkit Products > Drawbar Eyes > Welded Drawbar Eyes > Spare parts > 18 - 088800)

9.2 Vetokytkin

Vetokytkin on mekaaninen laite, jonka avulla voidaan kytkeä varsinainen perävaunu sitä vetävään vetoautoon. Vetokytkimien tulee olla hyväksytyjä raakenteen ja toiminnan kannalta joko ECE-R55:n, vetolaitedirektiivi 94/20/EY:n tai uuden ISO-normin kautta. Tyyppihyväksyntä tulee olla osoitettu esimerkiksi kilvellä tai tarratyypillisellä ratkaisulla valmiissa vetokytkimessä helposti havaittavassa kohdassa. Valmistajan on veloitettu tyyppihyväksyttämään tuotteensa ennen markkinoille lanseeraamista. Kuvassa 18 näkyvät tyyppihyväksyntä ja mallikilpien sijoituspaikat.



KUVA 18. VBG-vetokytkimet; alumiininen kilpi, joka on uusissa vetolaitteissa niitattu kiinni vetokytkimen runkoon (29, s. 8)

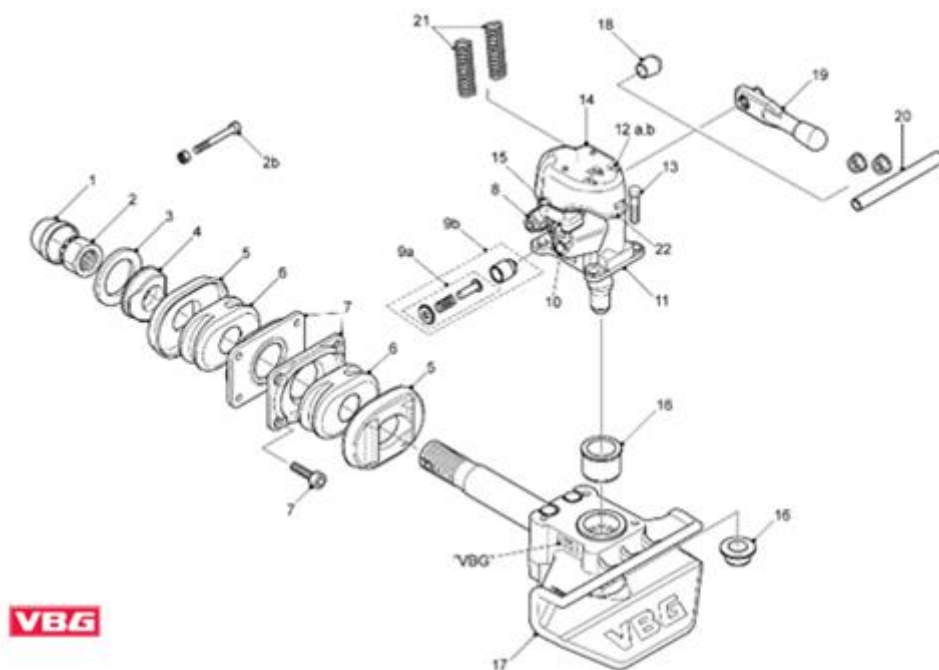
9.2.1 Perusvetokytkin

Perinteinen vetokytkin on rakenteellisesti yksinkertainen, konstailematon ja toimiva kokonaisuus. Kuvan 19 VBG 5190D -tyypin vetokytkin soveltuu käytettäväksi uusissa 76 tonnin ajoneuvoyhdistelmissä. VBG 5190D vetokytkimen D-arvo on 200 kN. Kyseinen vetokytkin soveltuu käytettäväksi perusvetokytkimenä, esimerkiksi puutavarayhdistelmissä. 76 tonnin yhdistelmissä vetolaitteille on D-arvo vaatimus asetettu 187 kN:n (30, linkit Lehtiarkisto > Lehti 5 - 6/2013 > s. 30.)



KUVA 19. Käsikäyttöinen VBG 5190D -vetokytkin (28, linkit Products > Couplings > VBG 5190D)

VBG 5190D -vetokytkin koostuu mekaanisista osista, joista suurin osa on vaihdettavissa. Vetokytkimeen vaihdettavissa olevat varaosat (kuva 20). VBG -vetolaitteille löytyy kuljettajan käyttöohje, missä opastetaan vetolaitteen oikea käyttö, huolto- ja voitelukohteet.



1	Mutterisuoja			
2	Kruunumutteri			
2b	Lukitussarja kruunumutterille			
3	Aluslevy	6 mm		
4	Mutterin aluslevy			
5	Laakerilevysarja, sisältää ruuvit			
6	Kumivälileike sarja			
7	Palkkilevyt			
8	Kahva	LEFT		
9a	Signaali tappisarja			
9b	Osoitin ja lukituslaite sarja			
10	Muovitulppa			
11	Mekanismi			
12a	Rasvatulppa		10kpl	
12b	Rasvatulppa		3kpl	
13	Ruurvisarja			
14	Mekanismin suoja			
15	Ruurvisarja			
16	Holkkisarja			
17	Kytkentäleuka			
18	Suojus, hattu			
19	Kahva			
20	Holkkisarja 67 mm			
21	Vetojousisarja			
22	Tiivistesarja			

KUVA 20. VBG 5190D -vetokytkimen varaosat (28, linkit Products > Couplings > VBG 5190D > Spare parts)

9.2.2 Kiinteäkitainen dolly-vetokytkin

Dolly-kytkin (kuva 21) eroaa perinteisestä kiinteäposkisesta vetokytkimestä fyysisesti pyörivän runkokiinnityksen vuoksi. Dolly käytössä vetokytkimeltä vaaditaan suurempaa liikerataa sivusuunnassa (y- akseli) ja joissain tilanteissa koko vetokytkimen tulee pyöriä oman pituusakselinsa (x- akseli) suuntaisesti.

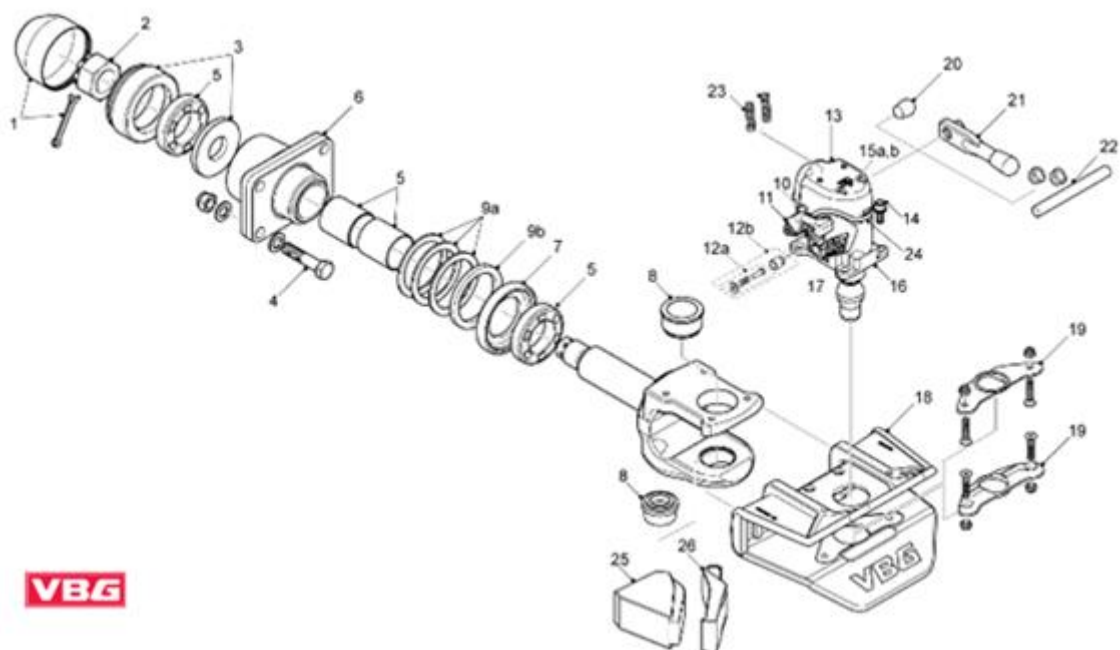
Dolly-vetokytkin eroaa perinteisestä kytkimestä, koska se sallii vetoaisalle suuremman sivuttaisliikkeen vaakatasossa. VBG-vetolaitteille löytyy kuljettajan

käyttöohje, missä opastetaan vetolaitteen oikea käyttö sekä huolto- ja voitelukohteet.



KUVA 21. Kiinteäkitainen dolly-vetokytin (28, linkit Products > Couplings > VBG 590VR-2 > Spare parts)

Kuten perinteisessä vetokytkimessä, myös dolly-kytkimeen on saatavilla vaihdettavia osia (kuva 22). Suurimmat eroavaisuudet ovat runkokiinnityksissä ja vetoaisaa ohjaavissa leuoissa.



VBG

- | | |
|-----|-------------------------------------|
| 1 | Mutterinsuoja sisältäen sokkanaulan |
| 2 | Kruunumutteri |
| 3 | Laakerisarja |
| 4 | Ruuvisarja |
| 5 | Kumilaakerisarja |
| 6 | Laakeripesä/runkokiinnitys kappale |
| 7 | Laakerilevy |
| 8 | Hela sarja |
| 9a | Säätölevy 4 mm, 3kpl |
| 9b | Säätölevy 10 mm |
| 10 | Ruuvisarja |
| 11 | Kahva LEFT |
| 12a | Signaali tappisarja |
| 12b | Säätölevy 10 mm |
| 13 | Mekanismin suoja |

- | | |
|-----|-------------------|
| 14 | Ruuvisarja |
| 15a | Rasvatulppa 10kpl |
| 15b | Rasvatulppa 3kpl |
| 16 | Mekanismi |
| 17 | Muovitulppa |
| 18 | Ohjaava pesä |
| 19 | Kulutuslevy |
| 20 | Suojus, hattu |
| 21 | Kahva |
| 22 | Holkkisarja 67 mm |
| 23 | Vetojousisarja |
| 24 | Tiivistesarja |
| 25 | Jousielementti |
| 26 | Ohjauslevy |

KUVA 22. VBG 590VR-2 -vetokytken varaosat (28, linkit Products > Couplings > VBG 590VR-2 > Spare parts)

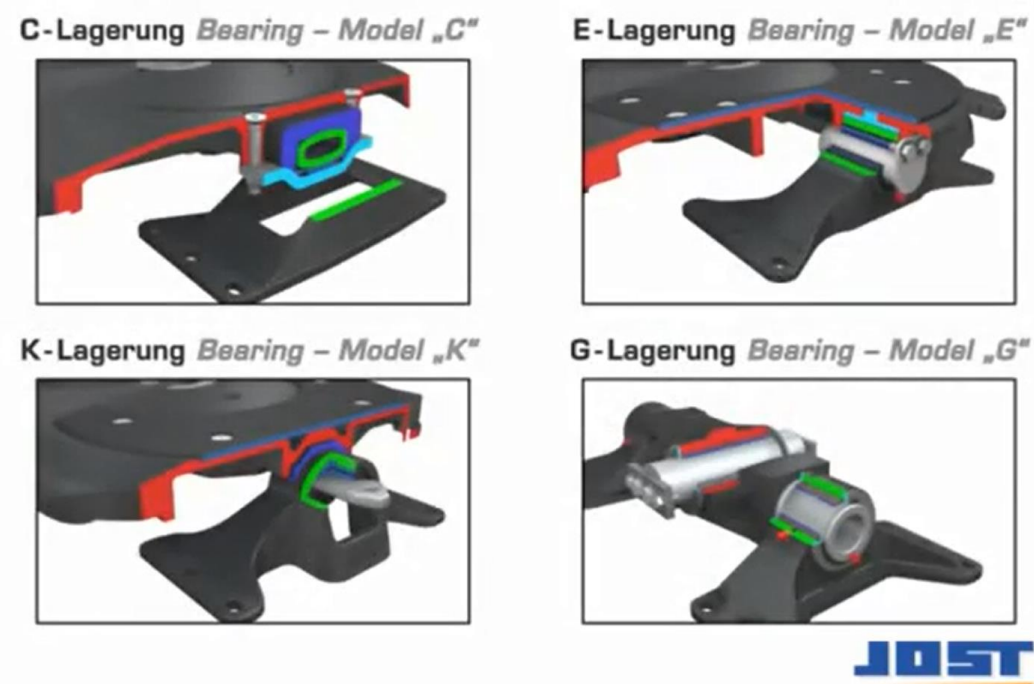
9.3 Vetopöytä

Vetopöytä kiinnitetään erillisten kiinnitysrautojen avulla. Liitokset toteutetaan pulttien ja muttereiden avulla kiinteästi ajoneuvon runkopalkkeihin. Vetopöytiä on saatavilla kiinteitä, nousevia ja rungon pituussuuntaisesti säädettäviä (kuva 23).



KUVA 23. Erilaisia vetopöytä malleja (31, 4:10)

Vetopöytien tulee joustaa ja liikkua kiinnityskohdasta, joka sijaitsee pöytäosan alapuolella runkoon kiinnitettävässä jalassa. ECE-R55 -säännöissä on eritelty vetopöytää koskevat tiedot. Kiinnitys- ja värinänvaimennus malleja on useita (kuva 24). Yleisimmät kiinnitystyyppit ovat kardaani-, kumi- ja muovilaakeri tai niiden yhdistelmät. Jokaisella vetopöytä valmistavalla yrityksellä on omat mallit ja niiden tulee poiketa toisten valmistajien tuotteista rakenteellisesti.



KUVA 24. Erilaisia vetopöydän runkokiinnitys malleja (31, 2:57)

Valmistusmateriaaleina vetopöydissä käytetään yleisesti valurautaa, myös puristettua terästäkin voidaan käyttää. Taulukoissa 5 - 7 on eri valmistajien tietoja, joista käy selville vetopöytäkohtaiset tiedot. Taulukossa 5 amerikkalaisen vetopöytävalmistajan Jostin erityyppisiä pöytiä ja niiden valintaa helpottavia teknisiä tietoja. Taulukon perusteella voidaan valita käyttötarkoitukseen parhaiten soveltuvin vetopöytä.

TAULUKKO 5. Valmistajan tietoja Jost (32, s.5)

Valmistaja		Jost	Jost	Jost	Jost	Jost	Jost
Tyypimerkintä		JSK 37C	JSK 38C-1	JSK 38C-1	JSK 38G-1	JSK 38G-1	JSK 42
D-arvo	kN	152	170	260	170	260	152
U-arvo	tonnia	20	28	36	28	36	20
Paino	kg (arvio)	155	155	200	275	275	155
Vetotapin halkaisija	mm	50	50	90	50	90	50
Vetotapin halkaisija	tuuma	2"	2"	3 ½"	2"	3 ½"	2"
Materiaali		valurauta	valurauta	valurauta	valurauta	valurauta	valurauta
			järeä	järeä	järeä	järeä	
Kiinnitys		kumilaakeri	kumilaakeri	kumilaakeri	kardaanilaakeri	kardaanilaakeri	muovilaakeri

Taulukossa 6 Saksalaisen ja Pohjois-Amerikkalaisen yrityksen toteutuneen kol-laboraation markkinoima tuotemerkki, joka kantaa nimeä SAF-Holland. Taulu-
kon tietojen perusteella voidaan valita käyttötarkoitukseen parhaiten soveltuva
vetopöytä. Esimerkiksi raskaiden kuormien vetämisessä käytetään järeä raken-
teista 3 ½ tuuman vetotapille tarkoitettua vetopöytää, joka on suunniteltu eritoten
raskaita kuormia ajatellen.

TAULUKKO 6. Valmistajan tietoja SAF-Holland (32, s.6)

Valmistaja		SAF-Holland	SAF-Holland	SAF-Holland
Tyypimerkintä		SK-HD 38.36	SK-HD 38.36 G	SK-S 36.20
D-arvo	kN	260	162	152
U-arvo	tonnia	36	23	20
Paino	kg (arvio)	185	150	150
Vetotapin halkaisija	mm	90	50	50
Vetotapin halkaisija	tuuma	3 ½"	2"	2"
Materiaali		valurauta	valurauta	valurauta
		järeä	järeä	järeä
Kiinnitys		laakeri+kumi	laakeri+kumi	laakeri+kumi

Taulukossa 7 on esitetty eurooppalaisen valmistajan Fontainen vetopöytämal-
lien tietoja. Taulukon perusteella voidaan valita käyttötarkoitukseen parhaiten

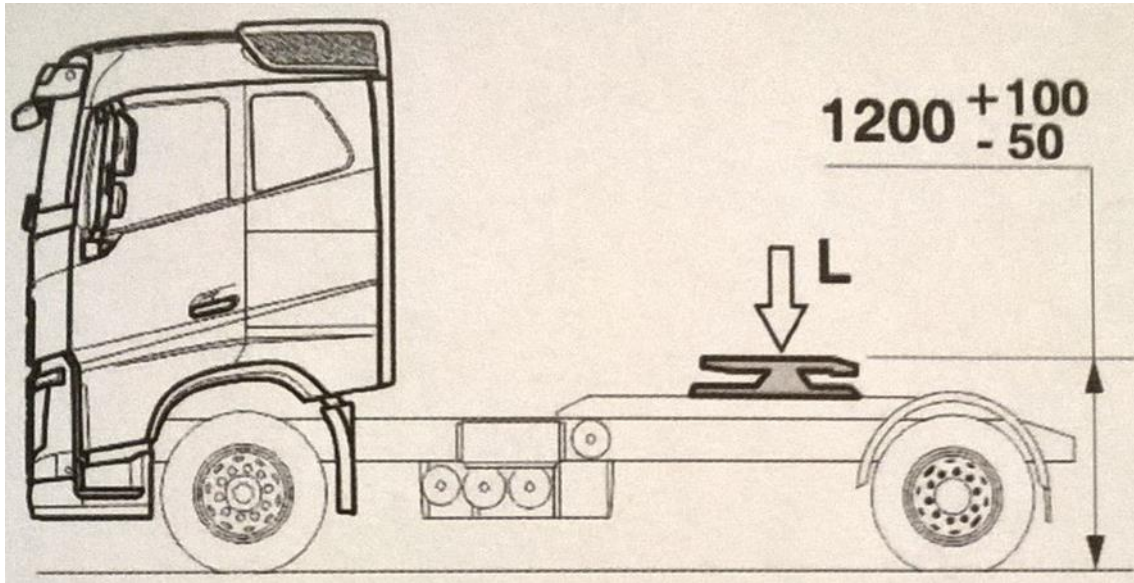
soveltuvien vetopöytä. Fontainen valikoimassa ei tällä hetkellä ole tarjolla sellaista vetopöytää, jota voitaisi käyttää yli 76 tonnin ajoneuvoyhdistelmissä.

TAULUKKO 7. Valmistajan tietoja Fontaine (32, s.7)

Valmistaja		Fontaine	Fontaine
Tyypimerkintä		150SP2	3000
D-arvo	kN	152	152
U-arvo	tonnia	20	20
Paino	kg (arvio)	120	120
Vetotapin halkaisija	mm	50	50
Vetotapin halkaisija	tuuma	2"	2"
Materiaali		puristettu	valurauta
		teräs	
Kiinnitys		L-profiili	L-profiili

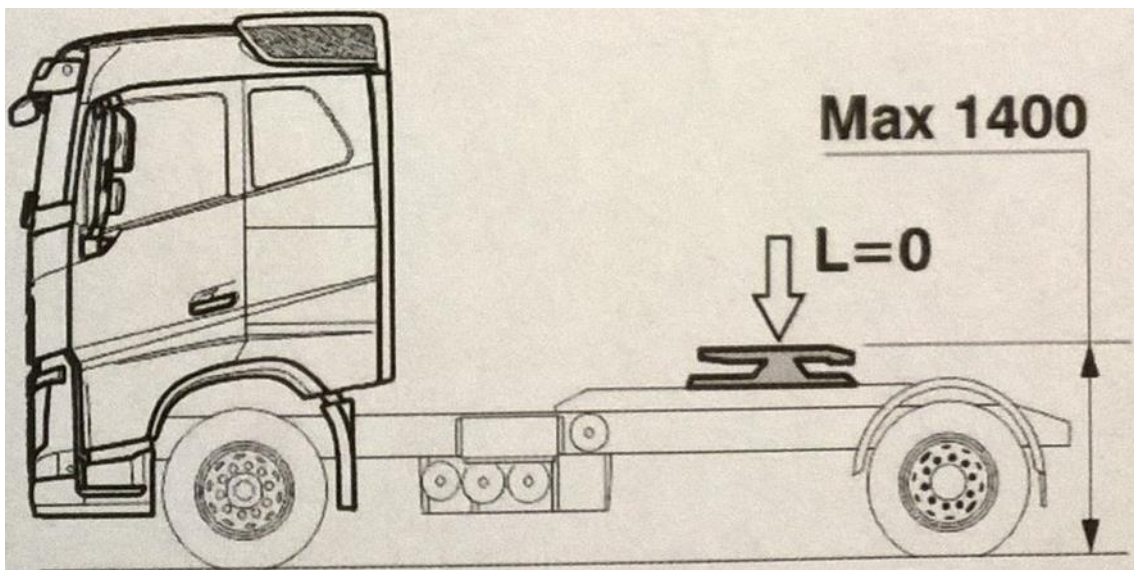
9.3.1 ECE-R55:n rakennemitat

Euroopan unionin laatimassa ECE-R55 -säännöissä on selvitetty yksityiskohtaisesti kaikki mekaanisesti toimivia vetolaitteita koskevat tiedot. Liitteessä 2 on eriteltynä raskaisiin ajoneuvoyhdistelmien vetolaitteisiin liittyvät tiedot, kuten esimerkiksi kääntyvyyttä koskevat raja-arvot, vetolaitteiden kiinnityksen mitat ja vetopöydän kunnon tarkistuksessa tarvittavat toimenpiteet. Kuvassa 25 on esitetty vetopöydän rakennetta koskevat mitat ja muut rajoitukset. Vetopöydälle on myös määrätty liikkuvuusrajat, kuten etu- ja takakallistuskulman arvo asteina. Standardi kattaa kaikki maantieliikenteeseen hyväksytyt raskaan ajoneuvokaluston veto- ja kytkentälaitteet yksityiskohtaisesti.



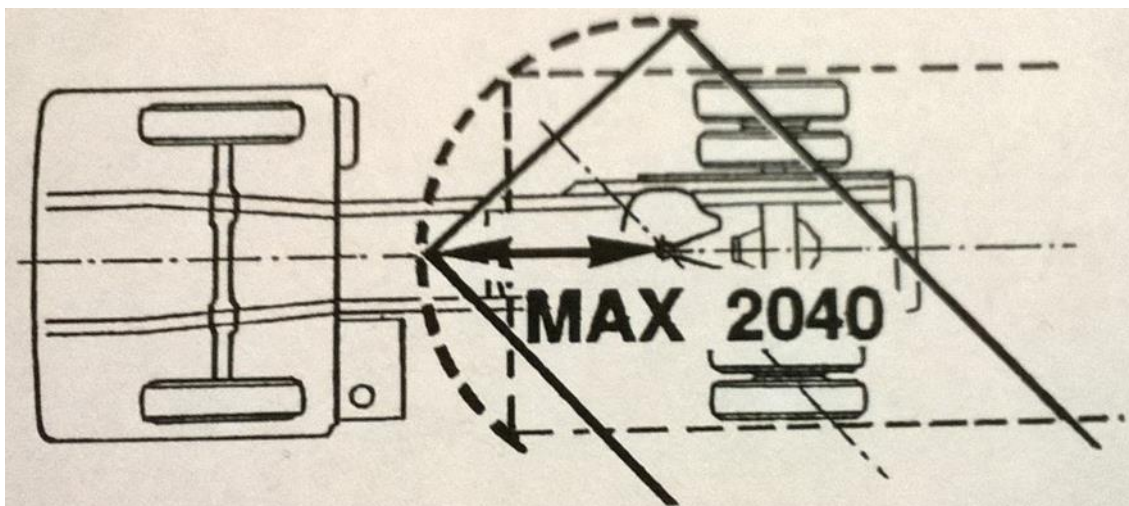
KUVA 26. Kääntöpöydän korkeus maanpinnasta kuormattuna (33, s.4)

Ilman kuormaa kääntöpöydän korkeus saa olla enintään 1 400 mm maanpinnasta mitattuna (kuva 27). Standardin ISO 1726 vaatimukset täyttävät vetoautot ja perävaunut voidaan yhdistää toisiinsa. (33, s.4.)



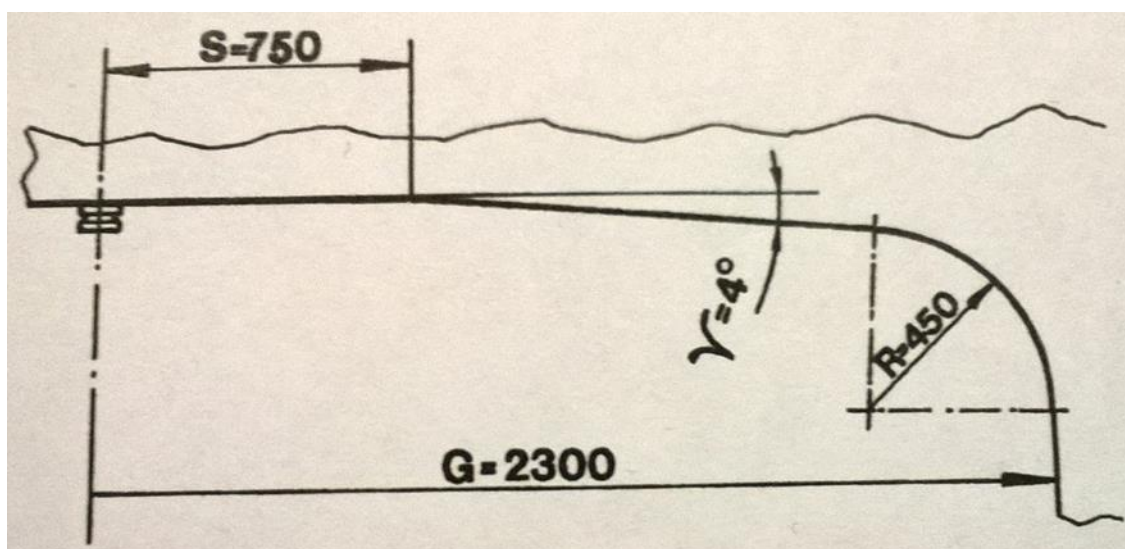
KUVA 27. Kääntöpöydän korkeus maanpinnasta ilman kuormaa (33, s.4)

Puoliperävaunun vetotapin suurin etäisyys perävaunun etupäähän saa olla enintään 2 040 mm (kuva 28). Kyseinen mitta vastaa 1 612 mm:n etuylitystä perävaunussa, joka on 2 500 mm leveä. (33, s.5.)



KUVA 28. Puoliperävaunun etuylitys (33, s.5)

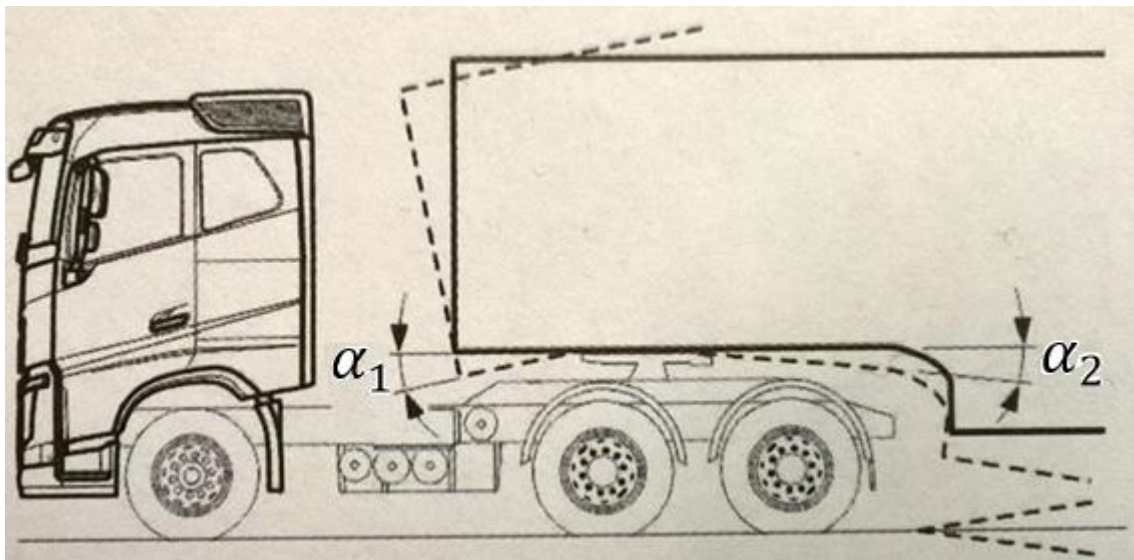
ISO 1726 -standardin mukaisessa puoliperävaunussa hanhenkaulan pituus vetotapista taaksepäin G on 2 300 mm. Tarkemmin kaikki hanhenkaulan mitat ja niiden mittaus kohdat selitetty kuvassa 29. Vapaata tilaa tulee olla vähintään 100 mm perävaunun hanhenkaulan takaosan ja vetoauton takapään välillä. Jos perävaunussa on ISO-standardin mukainen hanhenkaula, jonka pituus G = 2 300 mm. Tämä tarkoittaa, että olkatapin ja vetoauton takapään välinen etäisyys saa olla enintään 2 200 mm. (33, s.5.)



KUVA 29. Hanhenkaulan mitat (33, s.5)

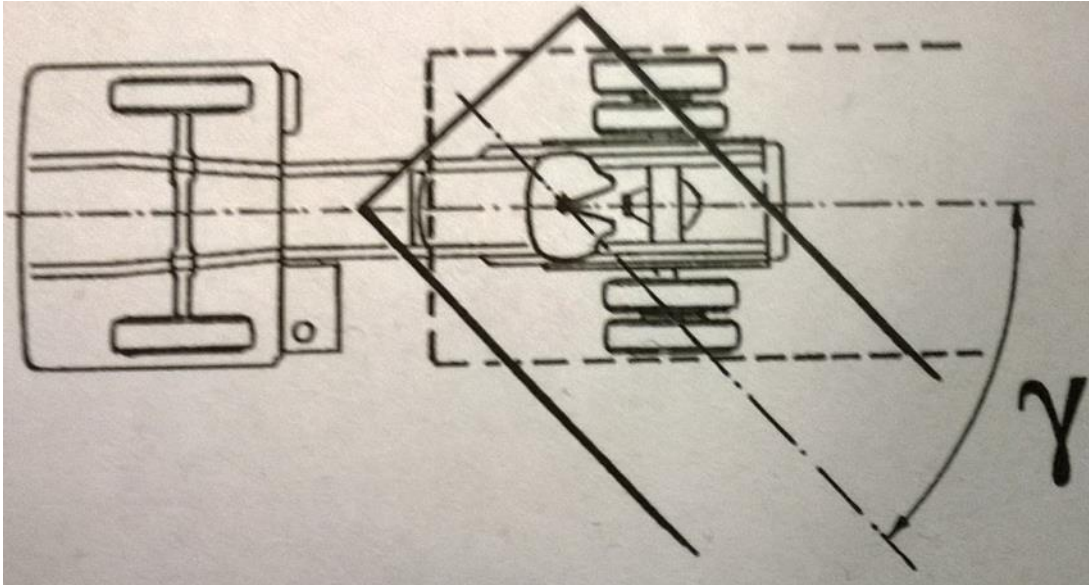
9.3.3 Ohjattavuusvaatimukset

Ajoneuvoyhdistelmillä ajetaan monilla erilaisilla tieosuuksilla, joissa vetoauton ja perävaunun asento toisiinsa nähden muuttuu. Jos esimerkiksi ajetaan epätasaisella alustalla, notkoissa tai mäen harjalla, tällöin vetoauton ja perävaunu ovat kulmittain toisiinsa nähden. Tuolloin vaarana on että ajoneuvon ohjaamon katon takaosa ja perävaunun etuseinän yläosa koskettavat toisiaan tuhoisin seurauksin. Vetoauton ja perävaunun välistä kulmaa α pituussuunnassa kutsutaan perävaunun kallistumiseksi. Kuvassa 30 on havainnollistettu eteen α_1 ja taakse α_2 kulma-arvojen toteutuma kohdat. Esimerkiksi ajettaessa suoraan eteenpäin perävaunun on päästävä kallistumaan 6° eteenpäin α_1 tai 7° taaksepäin α_2 . (33, s.6.)



KUVA 30. Perävaunun pituussuuntainen kallistuma α , jossa eteen α_1 ja taakse α_2 (33, s.5)

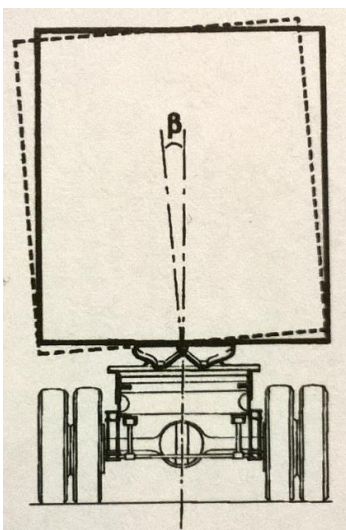
Ohjauskulma on kulma γ ajoneuvon kääntyessä ja mitta vaakatasossa vetopöytään nähden (kuva 31). Esimerkiksi taaksepäin kallistuksissa α_2 on alkaen 7° ja 25° käännöksissä ohjauskulma γ perävaunun kallistumisvaatimus taaksepäin pienenee vähitellen niin, että se on 3° taaksepäin kallistuksissa α_2 , kun kääntökulmana on 90° ohjauskulma γ . (33, s.6.)



KUVA 31. Ohjauskulma on kulma γ ajoneuvon kääntyessä ja mitta vaakatasossa (33, s.5)

Perävaunun on päästävä kallistumaan tietyllä tavalla eriasteisissa käännoksissä. Esimerkiksi käännoksissä ohjauskulma γ välillä $25^\circ - 90^\circ$, kallistuskulma α_2 pienenee 7° :sta 3° :een ja silloin perävaunun on päästävä kallistumaan 5° taaksepäin $57,5^\circ$ käännoksissä. (33, s.6.)

Sivuttaiskallistuma sallii puoliperävaunun sivusuuntaisen keinahtelun. Esimerkiksi ajettaessa suoraan eteenpäin perävaunun on päästävä kallistumaan 3° sivusuunnassa β (kuva 32). (33, s.5)

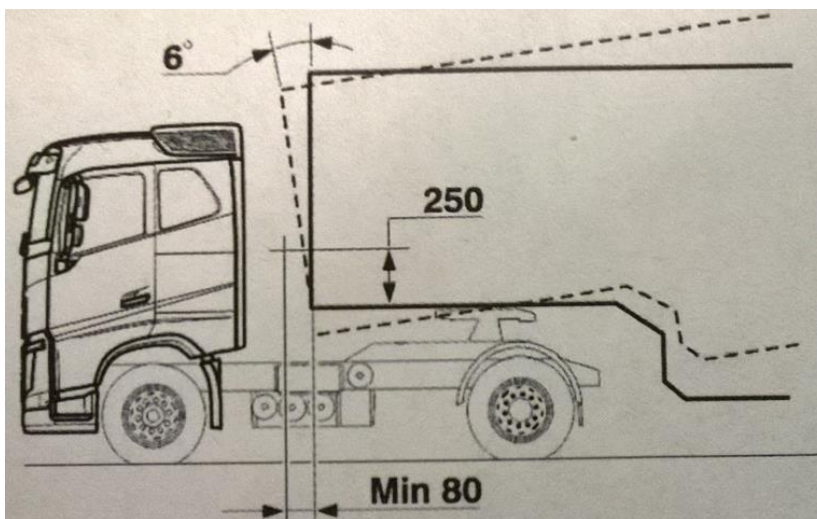


KUVA 32. Sivuttaiskallistuma kulma β (33, s.5)

9.3.4 Vapaa tila

Vapaa tila on termi, jolla tarkoitetaan vetoauton takaseinän ja puoliperä etuseinän väliin jäävää tyhjää tilaa. Vetoauton ja perävaunun oletetaan pysyvän erillään toisistaan kuvissa 33 - 34 mainituissa ohjaustapauksissa, jos niiden välinen tila on

- vähintään 80 mm ohjaamon ja perävaunun välissä ja enintään 250 mm olkatapin ja auton keskiviivan yläpuolella (kuva 33). Sitten välitilavaatimus kasvaa ylöspäin 6° kallistuksin ohjaamoa kohti, toisin sanoen 105 mm/metri. Näin esimerkiksi ohjaamon ja perävaunun välille vaaditaan vapaata tilaa 2,0 metrin korkeudella olkatapin yläpuolella seuraavasti:
 $80 \text{ mm} + (2,0 - 0,25) \times 105 \text{ mm} = \sim 264 \text{ mm}$ (33, s.6).



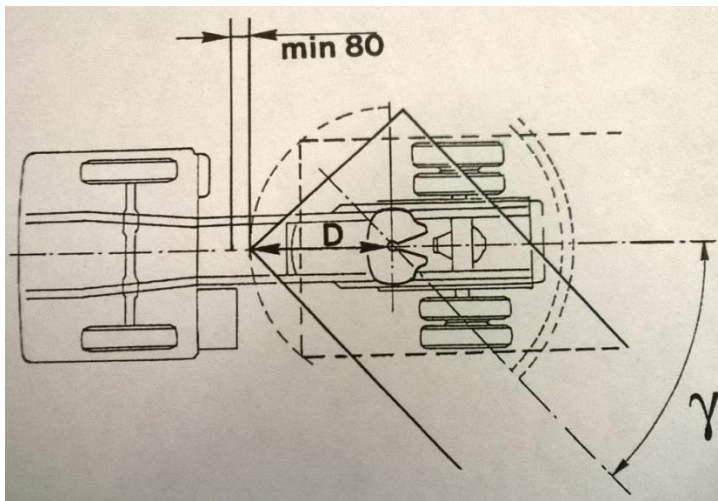
KUVA 33. Vapaa tila eteenpäin ajettaessa (33, s.6)

- vähintään 80 mm plus etäisyys perävaunun etukiertosäteeseen (kuva 34), enintään 250 mm vetotapin yläpuolelle auton keskiviivan sivulla. Välitilan vaatimus kasvaa 250 mm:stä ylöspäin 6° kallistuksin ohjaamoa kohti. Perävaunun kiertosäde, D on ISO-perävaunussa 2 040 mm. Vapaan tilan tarve, 0,5 m auton keskeltä 2,0 m korkeudella olkatapistä lähtien saadaan kaavalla 6.

$$80 \text{ mm} + (2040 \text{ mm} - \sqrt{2040^2 \text{ mm} - 500^2 \text{ mm}}) + 1,75 \times 105 \text{ mm}$$

$$= 80 \text{ mm} + 62 \text{ mm} + 184 \text{ mm} = \sim 326 \text{ mm} \quad (33, \text{ s.6})$$

KAAVA 6



KUVA 34. Kääntöpöydän vapaa tilan tarve käännettäessä (33, s. 6)

9.3.5 Sijainti

Kääntöpöydän sijainti määräytyy sallittujen akselipainojen, sallitun ajoneuvopituuden ja haluttaessa vaihdettavuuden mukaan. Sallitun akselipainon saavuttamiseksi kääntöpöytä on sijoitettava noudattamalla kuormatilan valmistajan ohjeita laskelmista ja kuormista. Kansainvälisissä kuljetuksissa sijainti on usein sovitettava vaihdettavuuden mukaan. Lisäksi ajoneuvon kokonaispituus ei saa ylittää voimassa olevia pituusmääräyksiä. Kääntöpöydällä varustetuissa autoissa, jotka toimitetaan tehtaasta, sijainti voidaan valita 25 mm:n välein vetopyörästöstä tai etummaisesta taka-akselista laskien. Reikien keskustat sijoitetaan 50 mm:n välein. 25 mm:n pituuden lisäys voidaan saavuttaa kääntämällä kääntöpöytä ympäri, koska sen keskusta on 12,5 mm:n etäisyydellä olkapatista. (33, s. 7)

9.4 Vetotappi

Vetotappi eli King Pin on sijoitettu puoliperävaunun etupäähän pulittaamalla rungon alapuolelle. Vetotappien koko on standardisoitu. Vetotappivaihtoehtoja on kaksi, joiden koot ovat 2" ja 3 1/2". Tappien koko saadaan mitattua uuman pohjalta. Kuvassa 35 oleva 2" vetotappi soveltuu käyttäväksi alle 76 tonnin yhdistelmäpainoissa ajoneuvoyhdistelmässä.



KUVA 35. 2" vetotappi eli King Pin (31, linkit Products > Fifth wheel couplings and mounting plates > Videos > 1:22)

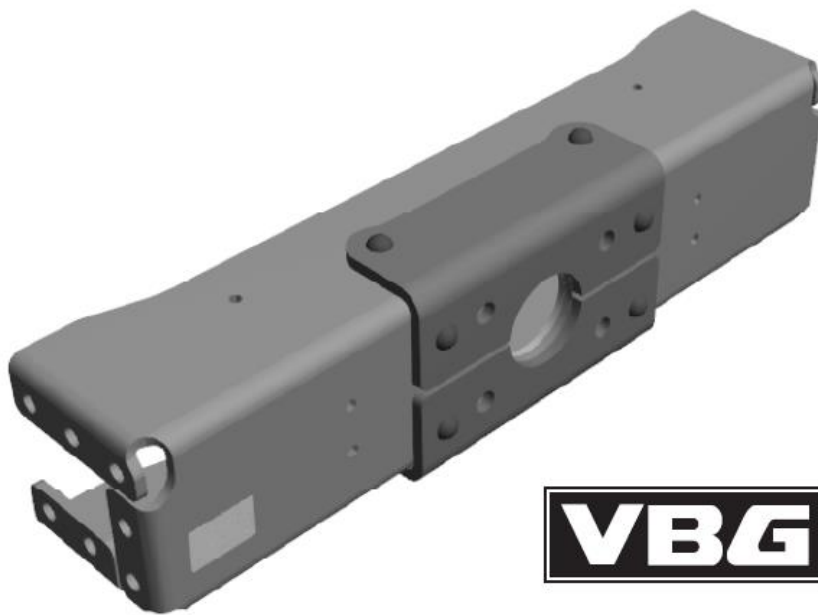
Kuvan 36 suurempaa 3,5" vetotappia voidaan käyttää yli 76 tonnin kokonaispainon omaavissa yhdistelmissä. Fyysiset eroavaisuudet vetotappien välillä on niiden kokoero. Vetopöydän tulee olla kyseiselle vetotapille hyväksytty. Jos vetolaitteita muutetaan jälkeen päin, tulee näistä muutoksista olla rekisteriotteessa maininta.



KUVA 36. 3,5" vetotappi eli King Pin (31, linkit Products > Fifth wheel couplings and mounting plates > Videos > 1:30)

10 VETOPALKKI

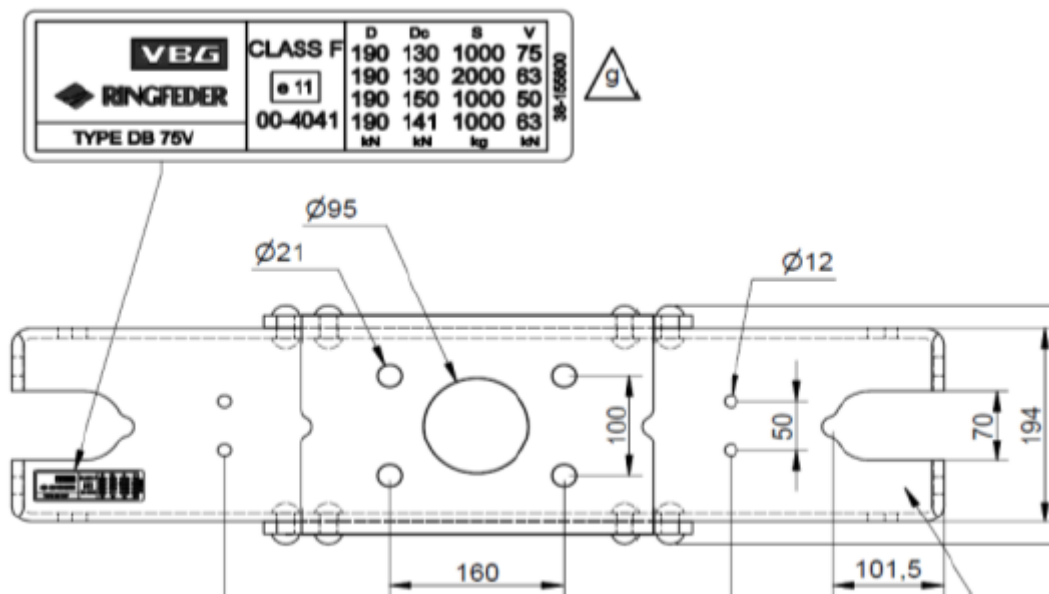
Vetopalkki (kuva 37) yhdistetään poskilevyjen ja pulttien avulla autoon tai perävaunun kiinteisiin runkopalkkeihin. Vetopalkkeja valmistavat yritykset ovat kehittäneet vuosikymmenten aikana monenlaisia variaatioita, jotka ovat palvelleet sen aikaisia tarpeita. Tämänhetkisten ajoneuvoyhdistelmien fyysinen koko ja kokonaispainojen kasvu edellyttävät vetopalkkien valmistuksessa käytettävän erikoislujuja teräksiä.



KUVA 37. Vetopalkki VBG (28, linkit Products > Drawbeam System > Volvo/RVI > - Underslung installation > Mounting Instruction > DB 75V-2)

Opinnäytetyössä tarkastellaan, miten tulisi toteuttaa vetopalkin kiinnitys, vahvistus ja turvallinen kiinnitys perävaunun peräosaan. Suuremmat kokonaismassat rasittavat vetolaitteita ja niiden kiinnityksiä. Vetolaitteiston lisärasitukset heijastuvat kiinnityspisteiden kautta vetopalkkiin, poskilevyyn ja runkokiinnitykseen asti muodostaen teräkseen muodonmuutoksia. Muodonmuutokset saattavat olla niin suuria, että rakenne väsyä ja tapahtuu sidosten muutoksia teräksen mikrorakenteissa. Vetopalkkeja on saatavilla erimittaisia ja merkkikohtaisia. Vetopalkkien valmistajat ovat alansa pioneereja ja niiden kehittämät tuotteet vastaavat kaikista tarkimmin säädettyjä standardeja.

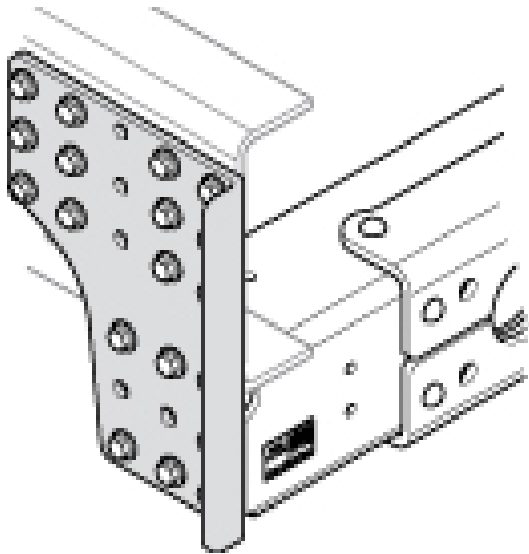
Tyyppihyväksytyt vetolaitteet on varustettu vaadittavilla tyyppihyväksyntätiedoilla. Vetopalkin tyyppihyväksyntätiedot ovat tyypikilvessä, joka voi olla valmistettu alumiinista tai tarratyypisistä laminoidusta ratkaisusta. Tyyppihyväksyntäkilpeä tai tarraa ei saa peittää maalaamalla (kuva 38). Tyyppihyväksyntäkilven tietoja tarvitaan, kun katsastusviranomaisilta halutaan hakea muutokatsastuksen kautta suurempia kokonaismassoja samalle ajoneuvoyhdistelmälle. (29, s. 8.)



KUVA 38. VBG-vetopalkki; tarratyypinen ratkaisu, jonka sijainti vetopalkissa vaihtelee vetopalkkimalleittain (28, s. 8)

10.1 Sivulevyt

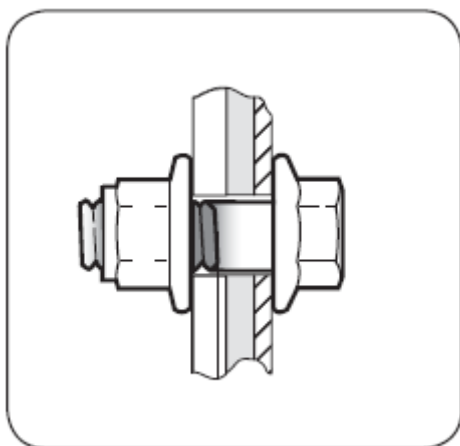
Vetopalkin kiinnitykseen tarkoitettuja sivulevyjä eli poskilevyjä on saatavilla merkkikohtaisia tai yleismalleja. Vetopalkin sijoittelua ajoneuvossa helpottamaan on palkkien valmistajilla tarjolla erikorkuisia ja muotoisia poskilevyjä. Poskilevyt (kuva 39) toimitetaan aina viimeisteltynä. Levyjen pinnoituksessa on käytetty mangaanifosfaattia ja korkealaatuista pintamaalia, joka estää tehokkaasti korroosion syntymistä. Vetopalkin ja poskilevyjen kiinnityksessä käytetään valmistajan hyväksymiä kiinnitystarvikkeita. (28, linkit Products > Draw-beam System > Endplate kits.)



KUVA 39. VBG:n valmistama poskilevy (28, linkit Products > Drawbeam System > Endplate kits > EDH-3 Volvo)

10.2 Pultit ja mutterit

Vetopalkin ja poskilevyjen kiinnityksessä käytettävien kiinnitystarvikkeiden on vastattava vähintään lujuusluokaltaan 10.9. Kiinnityksessä käytettävät pultit tulisi olla laipalla varustettuja M16 kokoisia ja muttereiden vastaavanlaisia laipallisia saman lujuusluokan omaavia kuin pultit. Pultti ja mutteri yhdistelmien kiristysmomentiksi on määrätty 250 Nm. Kuvassa 40 on laipallisella pultilla ja mutterilla toteutettu liitos.



KUVA 40. Pultilla ja mutterilla toteutettu kiristysliitos (28, linkit Products > Drawbeam System > Endplate kits > Mounting instructions > EDH-3 > s.4)

Kahden eri kappaleen kiinnityksessä, kun käytetään laipallisia pultteja ja mutteireita, saadaan yksinkertainen, luja, nopea ja kustannustehokas liitos. Laipan tuoma suurempi pinta-ala verrattuna tavalliseen pulttiin tai mutteriin, tuottaa liitettävän kappaleen ja kiristävän osan välille suuremman kitkan. Suurempi kitka ehkäisee tehokkaammin mahdollista löystymistä, jota voi aiheutua esimerkiksi tärinästä.

Lujuusluokan 10.9 omaavaa pulttia kutsutaan niin sanotusti kovaksi pultiksi, koska sen kovuus on varmistettu valmistusvaiheessa karkaisulla. Karkaisemisella on tarkoitus lisätä teräksen haluttuja ominaisuuksia kuten kovuutta, lujuutta, sitkeyttä ja kulutuskestävyyttä. Karkaisun lopputulos riippuu käytetyn raaka-aineen hiilipitoisuudesta. Hiilipitoisuuden ollessa korkea saadaan kovempi lopputuote, mutta kun pitoisuus jää alle 0,5 %, karkaistava kappale ei karkene kovaksi. Kovat pultit eivät salli niille suoritettun lämpökäsittelyn vuoksi suurta venymistä, vaan ne katkeavat liian suuren veto- tai leikkausrasituksen alla. (34, linkit Karkaiseminen.)

Eri karkaisumenetelmiä on useita, joita ovat esimerkiksi karkaisuhehkutus, karkaisujäähdytys, päästäminen, nuorrutus, pinta- ja hiiletyskarkaisu. Karkaisuhehkutus suoritetaan ahjossa, suolakylpyuunissa, vastusuunissa tai hitsausliekillä. Karkaisu suoritetaan nousulämpötilassa. Jos tapahtuu ylikuumeneminen lämmitysvaiheessa, on taonnan avulla mahdollista saavuttaa oikea karkaisulämpötila. (34, linkit Karkaiseminen.)

Karkaisujäähdytys eli sammutus tarkoittaa kuumennetun kappaleen nopeaa jäädyttämistä, jolloin siitä tulee kova, mutta hauras. Seostamattomat hiiliteräokset karkaistaan 20 °C:seen puhtaaseen sade-, järvi- tai jokiveteen. Karkaisutulosta voidaan parantaa lisäämällä veteen 5 - 10 % osuus suola-, tai rikkihappoa tai soodaa. Teräokset, jotka sisältävät muitakin aineita kuin hiiltä, kutsutaan seosteteräksiksi ja ne karkaistaan öljyyn korkeammassa lämpötilassa. Niukkaseoksiset teräokset veteen tai öljyyn. (34, linkit Karkaiseminen.)

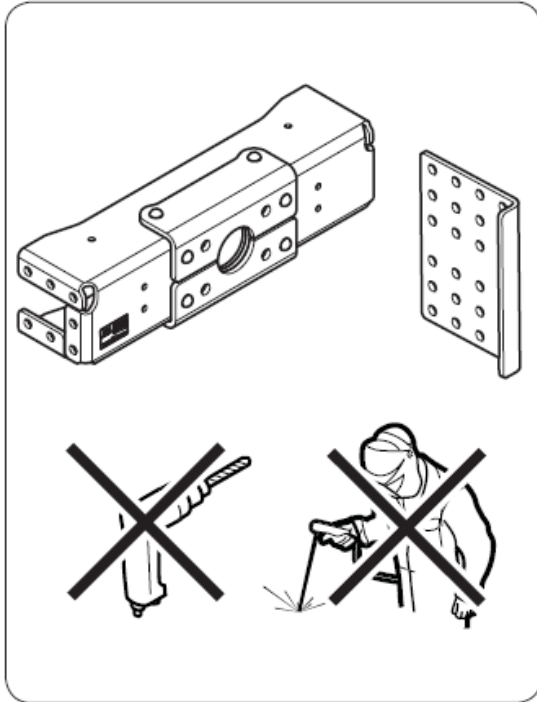
Päästämisessä eli päästöhehkutuksessa poistetaan karkaisussa syntyneet haitalliset jännitykset. Tämä toimenpide parantaa karkaistun kappaleen iskusitkeyttä ja vähentää samalla sen haurautta. Karkaistava kappale kuumennetaan ah-

jossa, uunissa tai hitsausliekillä päästölämpötilaan, jossa kappaletta pidetään tietyn ajan ja sen jälkeen se jäähdytetään hitaasti. Käytettävä lämpötila määräytyy terästyypin ja käyttötarkoituksen mukaan. (34, linkit Karkaiseminen.)

Nuorritus tapahtuu korkeassa 800 - 840 °C:teen kuumennuksessa ja jäähdytys nopeasti karkaisuun käytettävässä öljyssä. Karkaisun tuloksena syntyy kova ja hauras kappale. Karkaisun jälkeen päästetään iskusitkeäksi teräslajista riippuen 450 - 650 °C:seen kuumentamalla ja jäähdyttämällä hitaasti. Pintakarkaisulla saadaan parannettua kappaleen kulutus-, taivutus- ja iskunkestävyyttä. Hyvä esimerkki pintakarkaistusta osasta on männäntappi, joka on erittäin pintakova ja kestää hyvin kulutusta. Hiiletyskarkaisua käytetään niukkahiiლისille teräksille, joiden kuoriosaan imeytetään hiiltä, ja sen jälkeen kappaleet karkaistaan. Niukkahiiლისia ovat sellaiset teräkset, joiden raaka-aineessa on 0,1 - 0,25 % hiiltä. Hiiletys suoritetaan hehkuttamalla kappaletta hiiletysjauheessa tai kaasumaisessa hiiletysväliaineessa. (34, linkit Karkaiseminen.)

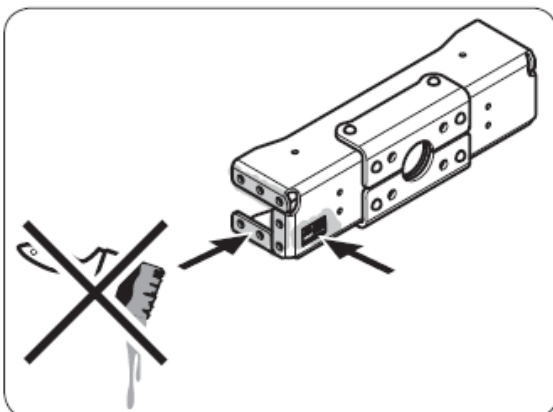
10.3 Vetopalkin ja poskilevyjen kiinnitys rajoituksia

Vetolaitteita koskevia rajoitteita on lueteltu kuvien avulla liitteessä 11. Vetopalkit ja poskilevyt tulee aina kiinnittää valmistajan ohjeiden mukaisesti ja hyväksymiä kiinnitystarvikkeita käyttäen. Vetopalkkien muuttaminen esimerkiksi leikkaamalla, poraamalla tai hitsaamalla käyttökohteeseen sopivaksi on ehdottomasti kielletty (kuva 41). Alkuperäisen vetopalkin tai poskilevyjen muokkaus heikentää niiden ominaisuuksia, jolloin ne eivät täytä valmistajan antamien tietoja.



KUVA 41. Vetopalkin ja poskilevyjen muokkauskielto (28, linkit Products > Drawbeam System > Endplate kits > Mounting instructions > EDH-3 > s.4)

Vetopalkissa olevaa tyyppihyväksymistietoja ei saa poistaa tai peittää maalamalla (kuva 42). Tyyppihyväksyntäkilven tietoja tarvitaan, kun katsastusviranomaisilta halutaan hakea esimerkiksi muutoksastuksen kautta suurempia kokonaismassoja samalle ajoneuvoyhdistelmälle. Myös vetopalkin kiinnitykseen tarkoitettuja reikiä ja kiinnityspintoja ei saa maalata.



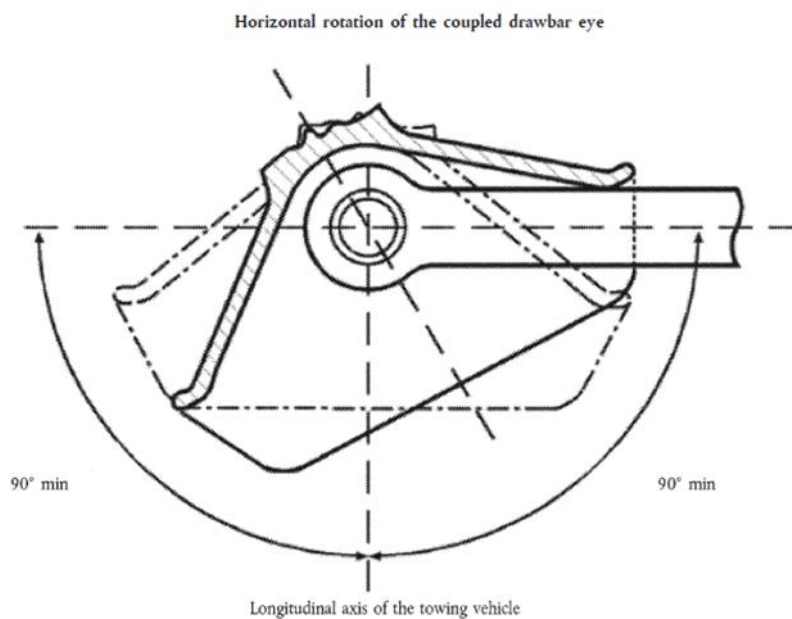
KUVA 42. Vetopalkin tyyppihyväksymistietoja ja kiinnityspintoja ei saa maalata (28, linkit Products > Drawbeam System > Endplate kits > Mounting instructions > EDH-3 > s.4)

11 VETOPALKIN SIOITUS PUOLIPERÄVAUNUUN

Vetopalkin sioittelulla on suuri merkitys sen kiinnityksen toteuttamiseen puoliperävaunun takaosaan. Palkin kiinnitykseen käytettävät kiinnityslevyt eli poskilevyt tulee varustaa yli 76 tonnin ajoneuvoyhdistelmissä lisävahvikkeilla, joita kutsutaan vahvikerivoiksi. Puoliperävaunun runkopalkit täytyy vahvistaa ennen vetopalkin kiinnitystä. Paras vaihtoehto on hankkia uusi puoliperävaunu, jossa runkopalkit ovat mitoitettu jo lähtötilanteessa suuremmille massoille. Runkopalkkien materiaali tulee olla suurlujuusterästä.

Kiinnitysmenetelmänä liiallista hitsaamista tulee välttää poikittaispalkkien kiinnityksissä. Kiinnitykset kannattaa tehdä joko pultti- tai niittiliitosmenetelmillä, koska pitkiin runkopalkkeihin kohdistuu monenlaisia rasituksia. Rasituksiin lukeutuvat vääntö, puristus, taivutus ja pistemäinen kuorma. Vetopalkin sioittaminen puoliperävaunun runkorakenteisiin rajoittaa muiden lisävarusteiden, valojen ja puskureiden kiinnityskohtia.

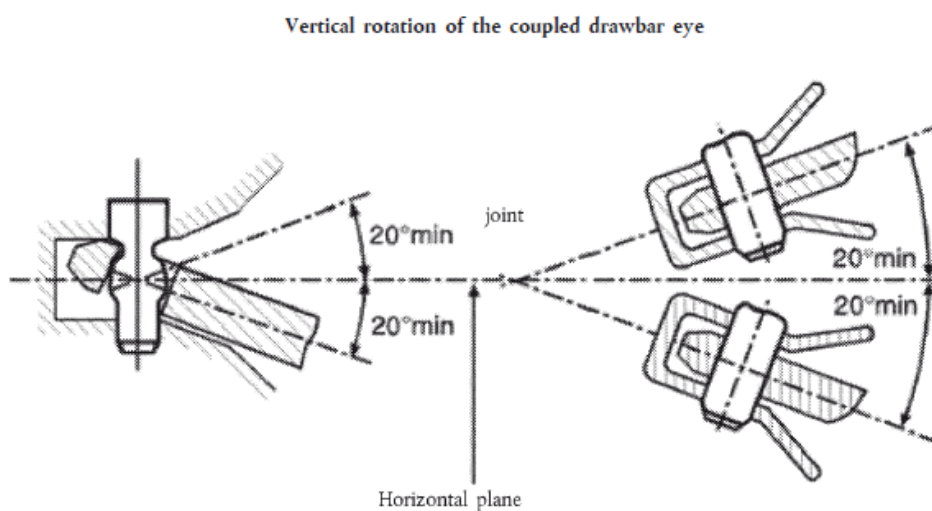
Vetopalkkiin kiinnitettävällä kytkentä- ja vetolaitteella tulee olla sivusuunnassa sekä pystysuunnassa esteetön liikerata. Vetolaite standardissa ECE-R55 on havainnollistettu kuvien avulla, paljonko ja mihin suuntaan vetoaisan on mahdollista liikkua. Sivusuuntaiselle liikeradalle on annettu raja-arvot, jotka on tulkitu astelukuina kuvassa 43. Kyseistä vetoaisan tekemää liikerataa kutsutaan horisontaaliseksi rotaatioksi.



$\pm 90^\circ$ horizontally about the vertical axis from the longitudinal axis of the vehicle

KUVA 43. Vetoaisan sivusuuntainen liike (7, s. 23 > Kuva 5)

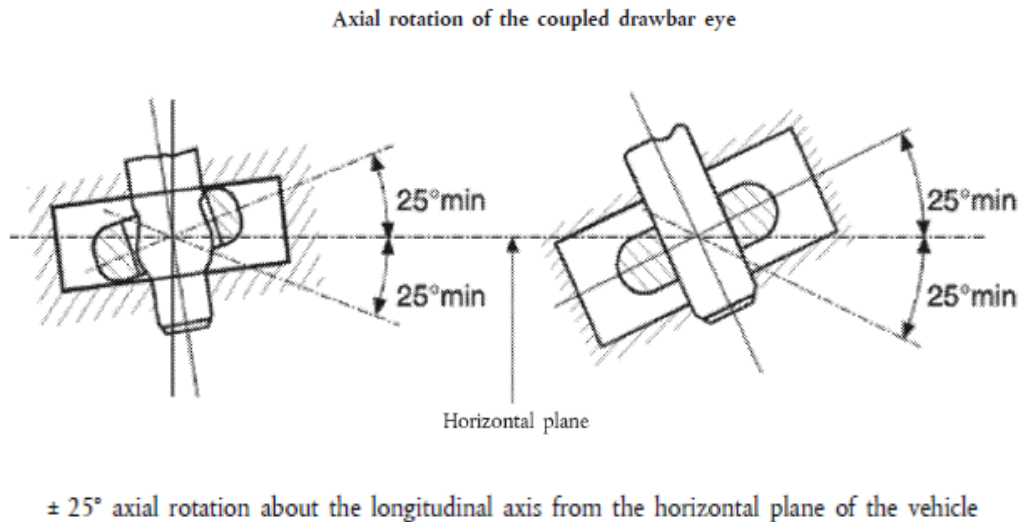
Kuvassa 44 on havainnollistettu vetoaisan tekemän pystysuuntaisen liikkeen rajat asteina. Pystysuuntainen liike tunnetaan myös vertikaalisena rotaationa.



$\pm 20^\circ$ vertically about the transverse axis from the horizontal plane of the vehicle

KUVA 44. Vetoaisan pystysuuntainen liike (7, s. 24 > Kuva 6)

Kuvassa 45 on havainnollistettu vetoaisan sallittu kiertymä pitkittäissuunnassa. Kiertymän raja-arvot on annettu astelukuina. Kyseistä vetoaisan tekemää kiertymää kutsutaan akselin suuntaiseksi rotaatioksi.



KUVA 45. Vetoaisan pitkittäinen kiertymä (7, s. 24 > Kuva 7)

11.1 KOME OY

KOME Oy on sijoittanut toimintonsa neljälle paikkakunnalle, joissa on yhteensä viisi toimipistettä. Yhtiö on asiakasläheinen kuorma-autojen päällirakenteiden ja perävaunujen valmistaja. Yhtiön juuret ovat lähtöisin Haapajärveltä vuodelta 1964. Yhtiön tuotemerkit ovat KOME, RKP, BRIAB, AKM sekä KOME-akselit. Tuotevalikoimaan kuuluvat sora-, avorahti-, vaihtolava-, puutavara-, turve- ja haketuotteet. Yhtiö tuottaa markkinoille uusia tuotteita ja logistisia ratkaisuja. (35, linkit Yritys.)

Yhtiö on tunnettu monipuolisista ja ennakkoluulottomista rakenne- ja materiaali-ratkaisuista, joiden keskeisenä osana ovat erikoislujat teräkset. KOME valmistaa Pohjolan oloihin sopivia rakenneratkaisuja. Tuotteiden rakenteissa on huomioitu lumen, pakkasen sekä suuren käyttöasteen vaativat ominaisuudet. (35, linkit Yritys.)

Yhtiö vankisti markkinaosuuksia liikeestolla, jonka myötä komposiittirakenteita valmistanut Fibrocom Oy Mikkelistä sulautettiin osaksi KOME Oy:tä. Tällä yrittöystostolla KOME Oy varmistaa erinäisten komposiittikorien ja muiden komposiittirakenteiden saatavuuden jatkossakin. (35, linkit Uutiset > 25.06.2014 - KOME Oy osti komposiittikori tehtaan Mikkelistä.)

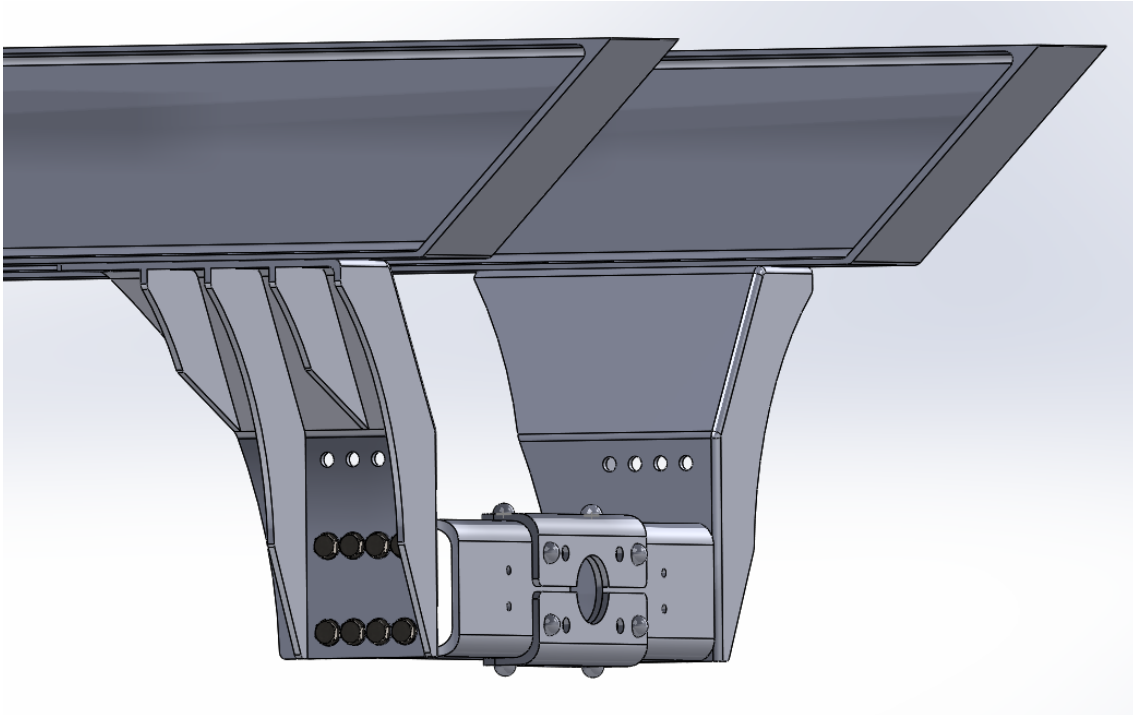
Vetopalkin sijoittelu ensimmäisen puoliperävaunun takapäähän ja tarvittavat rakenteelliset muutokset vaativat ammattimaista näkemystä, mihin sain ensikäden tietoa KOME OY:n myyntijohtajalta Seppo Saarniolta. Hänen edustamalla yhtiöllä on vuosikymmenten kokemus ja suunnaton määrä tietoa, jota minulla oli mahdollista hyödyntää opinnäytetyössäni. KOME OY huomioi HCT puoliperävaunuissa seuraavia asioita:

- runkopalkkien vahvistaminen uuman ja ylälaatan osalta
- erikoislujien terästen käyttö runkopalkkien valmistuksessa
- rungon hitsaamisessa käytetään jauhekaarihitsaus menetelmä
- vetopalkin sijoittaminen rungon alle siten, ettei se rajoita vetopuomin liikkettä ja stabiliteetti pysyisi mahdollisimman hyvänä
- d-arvon minimi 200 kN kiinnityksen ja vetopalkin osalta (36).

Rungon hitsaamisessa käytettävä jauhekaarihitsaus on kaarihitsausta, jossa valokaari palaa hitsauslangan ja työkappaleen välissä hitsausjauheen alla. Hitsausjauhe suojaa hitsaustapahtuman ympäröivältä ilmalta ja muilta epäpuhtauksilta, jotka voisivat heikentää lopputuloksen laatua. Osa jauheesta sulaa ja muodostaa hitsin päälle kuonakerroksen, joka poistetaan myöhemmin. (37, linkit Hitsaustietoa > Esabin osaamiskeskus > Jauhekaarihitsaus.)

11.2 Vetopalkin kiinnitysesimerkki

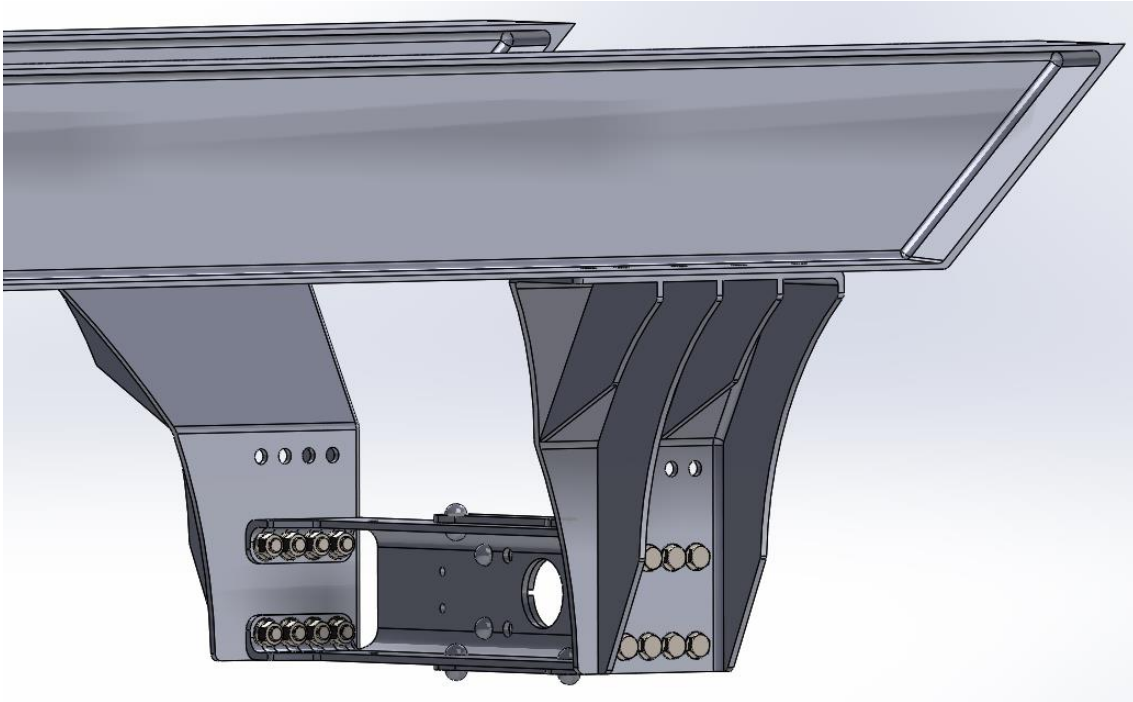
Vetopalkin kiinnitys perävaunun runkopalkkeihin vaatii jäykistyksiä ja erilaisia vahvikeratkaisuja rungon ja poskilevyjen osalta. Perävaunun runkopalkkien valmistusmateriaalina tulee käyttää suurlujuusterästä. Vetopalkin sijoituspaikka määräytyy vedettävän perävaunun pituudesta ja koko ajoneuvoyhdistelmän suurimmasta sallitusta yhdistelmä pituudesta. Kuvassa 46 on esimerkki, miten vetopalkin kiinnitys olisi mahdollista toteuttaa.



KUVA 46. Esimerkki vetopalkin kiinnityksestä ja poskilevyjen vahvistamisesta (4)

Vetopalkin sijoittamisessa perävaunun takaosaan on huomioitava mahdollisia rajoitteita. Rajoittavia tekijöitä saattavat olla esimerkiksi akseleiden, puskureiden, valojen ja työkalulaatikoiden sijoittelu valmiissa perävaunussa. Vetopalkin sijoittelussa kannattaa huomioida myös jälkiasennettavien lisälaitteiden mahdollisuudet. Esimerkiksi takalaitanostin tai jokin muu nostolaite kuten perässä kuljettava trukki vaatii vahvat kiinnitys kohdat.

Räätälöidyissä poskilevyissä olisi tarpeellista olla myös vetopalkin pystysuuntaisen korkeudensäädön mahdollistava reikäjako (kuva 47). Korkeudensäätö mahdollistaisi poskilevyjen käytön eri runko korkeuden omaavissa perävaunuissa.



KUVA 47. Esimerkki vetopalkin kiinnityksestä, poskilevyjen vahvistamisesta ja pystysuuntaisesta korkeussäädön mahdollistavasta reikäjaosta (4)

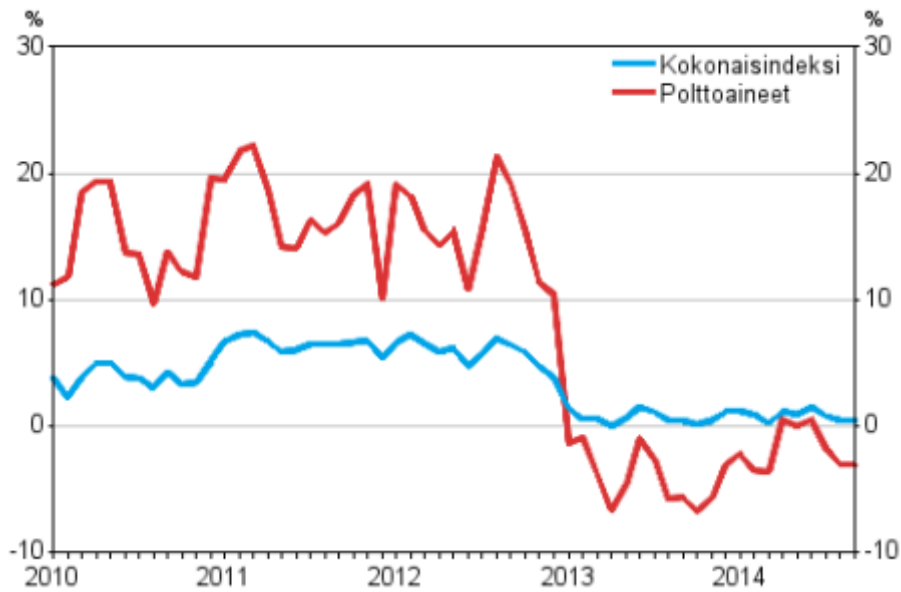
Liitteessä 12 on kuvattuna kuljettajan sekä apukuljettajan puolen vahvistetut poskilevyt. Poskilevyjen kuvat on toteutettu SolidWorks 2014 mallinnusohjelman avulla. Mallinnuksen apuna on ollut KOME OY:n myyntijohtajalta Seppo Saarniolta (22) saadut suulliset rakenne-ehdotukset, jotka antoivat suunnan toteutukselle.

12 HCT-YHDISTELMÄN HYÖDYT

Jokaisen autoa ajavan tiedossa on, että ajoneuvon omistaminen ja varsinkin sen käyttö on kallistunut vuosien saatossa merkittävästi valtioiden heikon oma-varallisuusasteen vuoksi. Valtioiden on eri konstein saatava haalittua lisätuloja pohjattomilta vaikuttaviin kassoihin. Helpoiten lisätuloja saadaan autoilusta polttoaineiden verotuksella ja erinäisillä ajoneuvoon kohdistuvilla käyttömaksuilla. Tähän kasvavaan lisämaksulistaan jokainen autoilija ja varsinkin kuljetusalalla toimiva yrittäjä haluaisi jonkinlaista helpotusta. Suurempien ajoneuvoyhdistelmien käyttö toisi mahdollisuuden juuri tähän asiaan.

Tilastokeskuksen tiedoista ilmenee, että ammatikseen kuorma-autoliikennettä harjoittavien yrittäjien kustannukset ovat nousseet keskimäärin vuoden takaisesta 0,4 %. Mittausajanjaksona oli syyskuu 2013 - syyskuu 2014. Myös keveiden ajoneuvojen, kuten pakettiautojen ja kevyiden kuorma-autojen kustannukset nousivat 0,9 %. Keskiraskaiden ja raskaiden kuorma-autojen kustannukset kipuivat vieläkin suuremmiksi tasan 1,0 %. Perävaunuyhdistelmien kustannukset nousivat 0,2 %. Kokonaisindeksiä nostattavia tekijöitä olivat vakuutusmaksujen ja työvoimakustannusten kallistuminen. Ilman polttoainekustannuksia kuorma-autoliikenteen kustannukset nousivat 1,5 %. (38.)

Kuvassa 48 on esitetty kuorma-autoliikenteen polttoaine kustannusten muutokset verrattuna kokonaisindeksiin. Kuvan käyrät kuvaavat toteutuneet vuosimuutokset 1/2010 - 9/2014 välillä.



KUVA 48. Kuorma-autoliikenteen kaikki kustannukset ja polttoainekustannusten vuosimuutokset 1/2010 - 9/2014, %:na (38, linkit Etusivu > Tilastot > Hinnat ja kustannukset > Kuorma-autoliikenteen kustannusindeksi > 2014 > syyskuu > Kuorma-autoliikenteen kustannukset nousivat syyskuussa 0,4 % viime vuoden syyskuusta)

Yhdistelmien kasvattamisella saataisiin kustannuksia karsittua alaspäin niin polttoainekulujen kuin ylläpitokustannuksien muodossa. Suuremmilla yhdistelmien kokonaismassoilla saavutetaan ympäristövaikutuksia, joita ovat esimerkiksi harvemmat ajosuoritukset. Ajosuoritusten väheneminen olisi suoraan verrannollinen ajettaviin kilometreihin ja siitä syntyviin päästöihin. Pienemmillä vuosittaisilla kilometrimäärillä pystyisi samaa ajoneuvoyhdistelmää pitämään ajossa pidempään, josta seuraisi kaluston uusimistarpeen siirtyminen kauemmaksi. Ajoneuvoyhdistelmän elinkaari olisi tällöin pitempi.

Tiestöön ajosuoritusten väheneminen vaikuttaisi positiivisesti pienempien kunnossapitokustannusten muodossa, joka näkyisi välillisesti myös valtion maksettaviksi jääviin uusiin tiehankkeisiin. Suomen tieverkoston ikääntyminen tuo osaltaan suuret kustannukset valtiolle, jotka viime kädessä tulee maksettavaksi yksityisille veronmaksajille. Heikon taloustilanteen kourissa Suomen valtio bruttokansantuote on miinuksella ja työttömyys jatkaa kasvuaan. Uusien mahdollisuuksien myötä raskaanliikenteen tarpeellisuus kasvaa entisestään valtion rajojen sisällä. Raskaampien ja pidempien ajoneuvoyhdistelmien suurin etu on nii-

den koko, joka mahdollistaa suurempien kokonaisuuksien toimittamista kerralla yhdellä rahtimaksulla. Kuljetuspalvelua tarvitseva asiakas on tyytyväisempi yksin rahtikuluihin kuin useaan pienempään maksuerään.

13 HCT-YHDISTELMÄN HAITAT

Suurempien kuljetuskapasiteettien myötä kilpailu ajosuorituksista kiristyy ja kilpailuttaminen polkee hintoja sellaiselle tasolle, että pienimmät yrittäjät lopettavat kokonaan kuljetusyrittäjänä olemisen. Myös ajosuoritusten väheneminen karsii niihin tarvittavan henkilöstön määrää, joka vääjäämättä näkyy Suomen valtion laatimissa tilastoissa yhä kasvavina työttömyyslukuina.

Suurempien ja pidempien ajoneuvoyhdistelmien tilantarve taajamissa vaatii tehtäväksi muutoksia muun muassa risteysalueisiin, liikenneympyröihin, parkki- ja lepopaikkoihin, siltoihin ja niiden alituksiin. Kasvavan fyysisen kokonsa takia myös huoltokorjaamoiden tilat eivät kaikilla niillä tarjoavilla riitä ottamaan vastaan huoltoa tai korjausta tarvitsevia yli 76 tonnin ajoneuvoyhdistelmiä täysimittaisena.

Liikenneturvallisuudessa suuremmat yhdistelmämassat tarkoittavat onnettomuuden sattuessa tuhoisampaa jälkeä. Jokaisen ajoneuvoyhdistelmän kuljettajan tulee ennakoida aikaisemmin, koska jarrutusmatkat kasvavat. Suomen vaihtelevat ja haastavat vuodenaajat vaativat mahdollisesti rajoittamaan yhdistelmien käyttöä määrätyillä ajanjaksoilla. Yli 76 tonnia painavien yhdistelmien massiivisuus estää liikennöinnin useissa taajamissa ja paikallisilla sivuteillä.

Suurien ja pitkien yhdistelmien massiivisuus tulee monelle kanssa-autoilijalle yllätyksenä varsinkin ohitustilanteissa. HCT-yhdistelmän ohittaminen tiestöllä vaatii suurempaa tilannenopeutta, jolloin tapaturmariskin vaara kasvaa moninkertaiseksi. Nopeuden kasvattaminen liian suureksi omiin ajotaitoihin nähden on tappava yhdistelmä, jolla on tuhoiset seuraukset.

14 YHTEENVETO

Suurten muutosten tulo kumipyörillä kuljetettavan tavarán määrään on väistämätön yhä suurenevan taloushyödykkeiden tarjonnan ja siitä kumpuavan kilpailun markkinaosuuksista. Ympäristön arvot ja niiden suojele tulee huomioida myös kuljetusalalla. Koko ajan tiukentuvat määräykset ja rajoitukset vaativat ajoneuvojen valmistajilta uusia innovaatioita, joilla voidaan pienentää haitallisia päästöjä kuitenkin suorituskykyä menettämättä. Kaluston uusinnan tullessa ajankohtaiseksi yrittäjä miettii, millainen kuljetuskalusto palvelisi hänen tarpeitaan parhaiten.

Suuret ajoneuvoyhdistelmien kokonaismassat houkuttelevat taka-alalla kuin pieni paholainen olkapäällä. Ennen kaluston päivittämistä tulisi ottaa selvää rajoittavista tekijöistä. Yllättävän monella eri taholla on lusikkansa sopassa, jossa yhdistyvät hyötyajoneuvokalusto, tiestön kunnossapito, lakisäädökset, luvat sekä rajoitukset ja niistä nousevat kysymykset. Erilaisten kuljetusmuotojen kesken kilpailu rajoittaa laajenemishaaveita. Nykyiset kuljetusvaihtoehdot ovat laiva, lentokone, juna ja kumipyörillä liikkuva kalusto. Jokaisessa vaihtoehdossa on hyvää ja huonoa, kun vertaillaan ympäristötekijöitä, päästöjä, aikatauluja, luotettavuutta ja tehokkuutta. Tarkasteltavia tehokkuuden muotoja ovat esimerkiksi energia-, kuljetus- ja kustannustehokkuus.

Nopeus ja helppous ovat nykypäivän ihmiselle tärkeitä valintakriteereitä, kun mietitään kuljetusmuotoja. Internetin kautta asioiden hoitamisen helppous houkuttaa. Internetistä tilattaville tuotteille on useasti lisätty valmiiksi toimitus kotiin pientä lisähintaa vastaan. Tämänkaltaiset kytkeytykset vähentävät paikallisilta kuljetusyrittäjiltä ajoja. Nopeat kuriiripalvelut rajoittavat suurien ajoneuvoyhdistelmien lastimääriä, jotka ovat elintärkeitä yrittäjille normaalin elintason ylläpitämiseksi.

Kuriiripalveluita tarjoavia pienyrityksiä on paljon. Onneksi niiden kuljetuskalustot koostuvat suurimmaksi osaksi paketti- ja pienkuorma-autoista, joiden kuljetuskapasiteetti on rajallinen. Suomen valtion velkaantumien heijastuu ensi kädessä heti autoilun kiristymisellä käyttömaksujen ja polttoaineverotuksen muodoissa.

LÄHTEET

1. SKAL. 2012. Saatavissa:
http://www.skal.fi/ajankohtaista/skal_kuljetusbarometrit/kuljetusbarometrit_2014. Hakupäivä 25.11.2014.
2. Autoalan Tiedotuskeskus. 2014. Saatavissa:
<http://www.autoalantiedotuskeskus.fi/>. Hakupäivä 8.12.2014.
3. TrailerWIN. 2015. Trailer Consultation. Saatavissa:
<http://www.trailerwin.com/>. Hakupäivä 12.3.2015.
4. 3D CAD -suunnitteluohjelmisto SolidWorks. 2015. Dassault Systemes. Saatavissa: <http://www.solidworks.com/launch/overview.htm>. Hakupäivä 12.3.2015.
5. Blomberg, Olli 2008. Suomalainen rekkakirja, Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.
6. FINLEX. 2014. Saatavissa:
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1992/19921257#L4P19b>. Hakupäivä 18.9.2014.
7. EUR-lex. 2014. Saatavissa: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:227:0001:0061:EN:PDF>. Hakupäivä 27.3.2014.
8. Trafi. Liikenteen turvallisuusvirasto. 2014. Saatavissa: <http://www.trafi.fi/>. Hakupäivä 5.11.2014.
9. Danielsson, Henrik 2014. Tuotehallintapäällikkö, KRAATZ Oy. Re: 100 tonninyhdistelmä. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja: Ylipukki Antti. 15.9.2014.
10. Trafi. Liikenteen turvallisuusvirasto. 2014. Saatavissa:
http://www.trafi.fi/tietoa_trafista. Hakupäivä 20.11.2014.

11. ELY-keskus. 2013. Saatavissa: <http://www.ely-keskus.fi/>. Hakupäivä 11.11.2014.
12. Suomen tieyhdistys. Sitefactory 2014. Saatavissa: <http://www.tieyhdistys.fi/etusivu/>. Hakupäivä 24.11.2014.
13. Liikennevirasto. 2014. Saatavissa: <http://portal.liikennevirasto.fi/portal/page/portal/f/liikenneverkko/tiet/siltarajoitukset/Painorajoitetut%2020122013.pdf>. Hakupäivä 27.3.2014.
14. Järvinen, Sari 2014. Eurosuositus riittämätön Suomen liikenteelle. Raskas-sarja nro 5/2014. S. 4-5.
15. Öljyalan Keskusliitto. 2013. Saatavissa: <http://www.oil.fi/fi>. Hakupäivä 25.11.2014.
16. Motiva Oy. 2014. Saatavissa: <http://www.motiva.fi/>. Hakupäivä 25.11.2014.
17. European emission standards. 2014. Wikipedia. Saatavissa: http://en.wikipedia.org/wiki/European_emission_standards. Hakupäivä 27.11.2014.
18. DAF. 2014. Saatavissa: <http://www.daf.eu/UK/DAF-and-Euro-6/Pages/General-Euro-6-Information.aspx>. Hakupäivä 27.11.2014.
19. Kallio, Henripekka 2015. Suomi harppaa kaasuaikaan. Kaleva 3.2.2015. S. 6.
20. Suurimmat sallitut kokonaismassat ja mitat. 2014. Esite/juliste. Volvo Trucks. Wetteri Power Oy Oulu.
21. Volvo Trucks Suomi. Saatavissa: <http://www.volvotrucks.com/trucks/finland-market/fi-fi/Pages/Home.aspx>. Hakupäivä 20.2.2015.
22. Saarnio, Seppo 2014. Myyntijohtaja, KOME OY. Puhelinhaastattelu 8.10.2014.

23. Konepörssi. SL-Mediat 2014. Saatavissa:
<http://www.koneporssi.com/uutiset/ruotsissa-kokeillaan-pitkia-yhdistelmia/>.
Hakupäivä 20.10.2014.
24. Håkans, Kurt 2014. Toimitusjohtaja, Oy Närkö Finland Ab. Re: 100 tonnin ajoneuvoyhdistelmä. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja: Ylipukki Antti. 19.5.2014.
25. Perttilä, Ari 2014. Lisää pituutta tielle. Konepörssi.com. Saatavissa:
<http://www.koneporssi.com/uutiset/lisaa-pituutta-tielle/>. Hakupäivä 20.10.2014.
26. Liikennevirasto. 2014. Saatavissa:
http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/uutiset/uutiset_2014/Uutiset_1_2_2014/20140311_pari.pyorasaanto#.VD_fFk2KB9M. Hakupäivä 27.3.2014.
27. Hatanpää, Tenho 2014. Myynti, M. Korte Oy. Puhelinhaastattelu 19.5.2014.
28. VBG. VBG GROUP. 2014. Saatavissa: <http://www.vbg.se/sv/>. Hakupäivä 14.10.2014.
29. Vetolaitteohjeet. Yhteenveto 30.9.2013. BPW-KRAATZ Oy. PDF. KRAATZ Oy. Saatavissa:
http://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CCAQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.trafi.fi%2Ffilebank%2Fa%2F1414581753%2F6b6a230df4881fd55b400a64a6f31521%2F15802-KRAATZ%253A_vetolaitteiden_osalta_huomioitavat_asiat_mitta-ja_massamuutoksen_yhteydessa.pdf&ei=FKXsVK3lJor6ygP2pIKAAw&usq=AFQjCNE DawpaLHqBQywUSZ1OS46xqFiKVg. Hakupäivä 15.9.2014.
30. Metsäalan Ammattilehti. 2013. Saatavissa: <http://www.ammattilehti.fi/>. Hakupäivä 28.11.2014.
31. JOST World. 2014. Saatavissa: <http://www.jost-world.com/en/home.html>. Hakupäivä 13.10.2014.

32. Tekniset tiedot. Vetopöytä ja asennus. Volvo Truck Corporation. Esite. Wetteri Power Oy Oulu.
33. Kuormatilaohjeet. Asennus, vetoauto ja kääntöpöydät FM (4), FH (4), FM, FH VERSION2, FE (3), FE. Volvo Truck Corporation. Esite. Wetteri Power Oy Oulu.
34. Wikikko - koko kansan taitopankki. 2014. Saatavissa: <http://wikikko.info/wiki/Etusivu>. Hakupäivä 21.2.2015.
35. KOME. Visible Image 2012. Saatavissa: <http://www.kome.fi/?sivu=etusivu>. Hakupäivä 17.11.2014.
36. Saarnio, Seppo 2014. Myyntijohtaja, KOME OY. Re: 100 tonnin ajoneuvoyhdistelmä. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja: Ylipukki Antti. 10.10.2014
37. ESAB. 2015. Saatavissa: <http://www.esab.fi/fi/fi/>. Hakupäivä 11.2.2015.
38. Tilastokeskus. 2014. Saatavissa: <http://www.tilastokeskus.fi/>. Hakupäivä 14.11.2014.

Työn tiedot	Tekijä ¹ Antti Olavi Ylipukki r0ylan00@students.oamk.fi	Tilaaaja ² OAMK Oulun Ammattikorkeakoulu
	Tilaaajan yhdyshenkilö ja yhteystiedot ³ [REDACTED]	
	Työn nimi ⁴ 100 tonnin ajoneuvoyhdistelmä kappaletavarakuljetuksiin	
	Työn kuvaus ⁵ Opinnäytetyön aiheena on tutkia 100 tonnin ajoneuvoyhdistelmien rakenne, kytkentä ja mitoitus vaihtoehtoja kappaletavarakuljetuksiin.	
	Työn tavoitteet ⁶ Tutkia erilaisia ajoneuvoyhdistelmä rakenteita, kytkentöjä ja mitoitus vaihtoehtoja Suomen tieliikennekäyttöön. Vertailla eri yhdistelmien käyttömahdollisuuksia jokapäiväisissä kappaletavarakuljetuksissa Suomen tieverkostossa.	
	Tavoiteaikataulut ⁷ Tavoitteena saada opinnäytetyö suureltaosin valmiiksi kevään / kesän 2014 aikana ja huovuttaa valmis opinnäytetyö syksyllä 2014.	
	Päiväys ja allekirjoitukset ⁸ [REDACTED] / [REDACTED] / [REDACTED] Tekijän allekirjoitus [REDACTED]	[REDACTED] / [REDACTED] / [REDACTED] Tilaaajan allekirjoitus [REDACTED]
<ol style="list-style-type: none"> 1. Tekijän nimi, puhelinnumero ja sähköpostiosoite. 2. Työn teettävän yrityksen virallinen nimi. 3. Sen henkilön nimi ja yhteystiedot, joka yrityksessä valvoo työn suoritusta. 4. Työn nimi voi olla tässä vaiheessa työnimi, jota myöhemmin tarkennetaan. 5. Työ kuvataan lyhyesti. Siinä esitetään muun muassa työn tausta, lähtötilanne ja työssä ratkaistavat ongelmat. 6. Esitetään lyhyesti ja selvästi työn tavoitteet. 7. Esitetään projektin tavoiteaikataulu. Silloin, kun työllä on välitavoitteita, myös ne merkitään aikatauluun. Tavoiteaikataulun ja oppilaitoksen yleisaikataulun perusteella tekijä laatii oman aikataulunsa. 8. Lähtötietomuistio päivätään ja sen allekirjoittavat tekijä ja tilaaajan yhdyshenkilö. 		

SKAL Kuljetusbarometri 3/2014:

Kuljetusyrittäjät haluavat nujertaa harmaan talouden toimialalta

Hintakilpailu ja viennin lamaannus syövät kannattavuutta
Kuljettajien jatkokoulutuksen laatuun on panostettava lisää



SKAL

Barometrin viisarit

arvio – toteutuma – ennuste

KULJETUSMÄÄRÄ / TONNIT



● Arvio touko-elokuu 2014 ● Toteuma touko-elokuu 2014 ● Ennuste syys-joulukuu 2014

3

SKAL Kuljetusbarometri 3/2014

© SKAL

10.9.2014

SKAL

AJOSUORITE / KILOMETRIT



● Arvio touko-elokuu 2014 ● Toteuma touko-elokuu 2014 ● Ennuste syys-joulukuu 2014

4

SKAL Kuljetusbarometri 3/2014

© SKAL

10.9.2014

SKAL

LIIKEVAIHTO



● Arvio touko-elokuu 2014 ● Toteuma touko-elokuu 2014 ● Ennuste syys-joulukuu 2014

5

SKAL Kuljetusbarometri 3/2014

© SKAL 10.9.2014

SKAL

KANNATTAVUUS



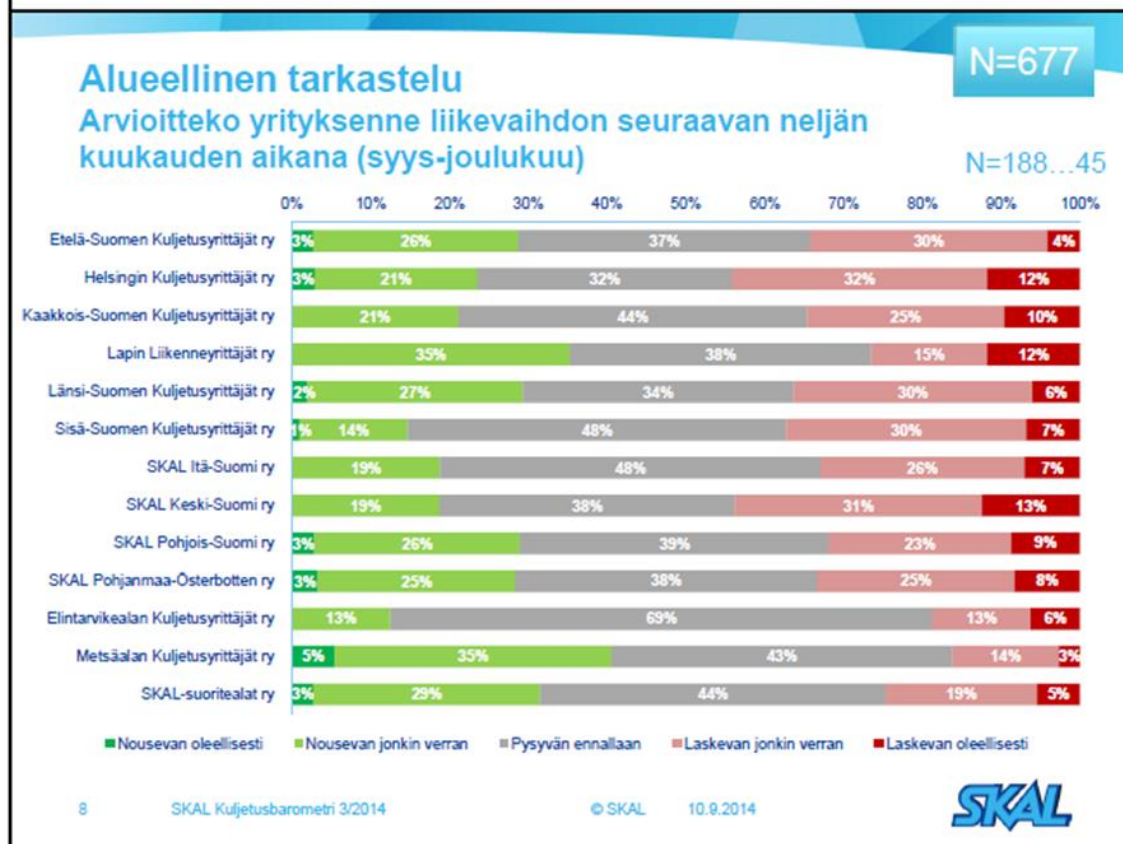
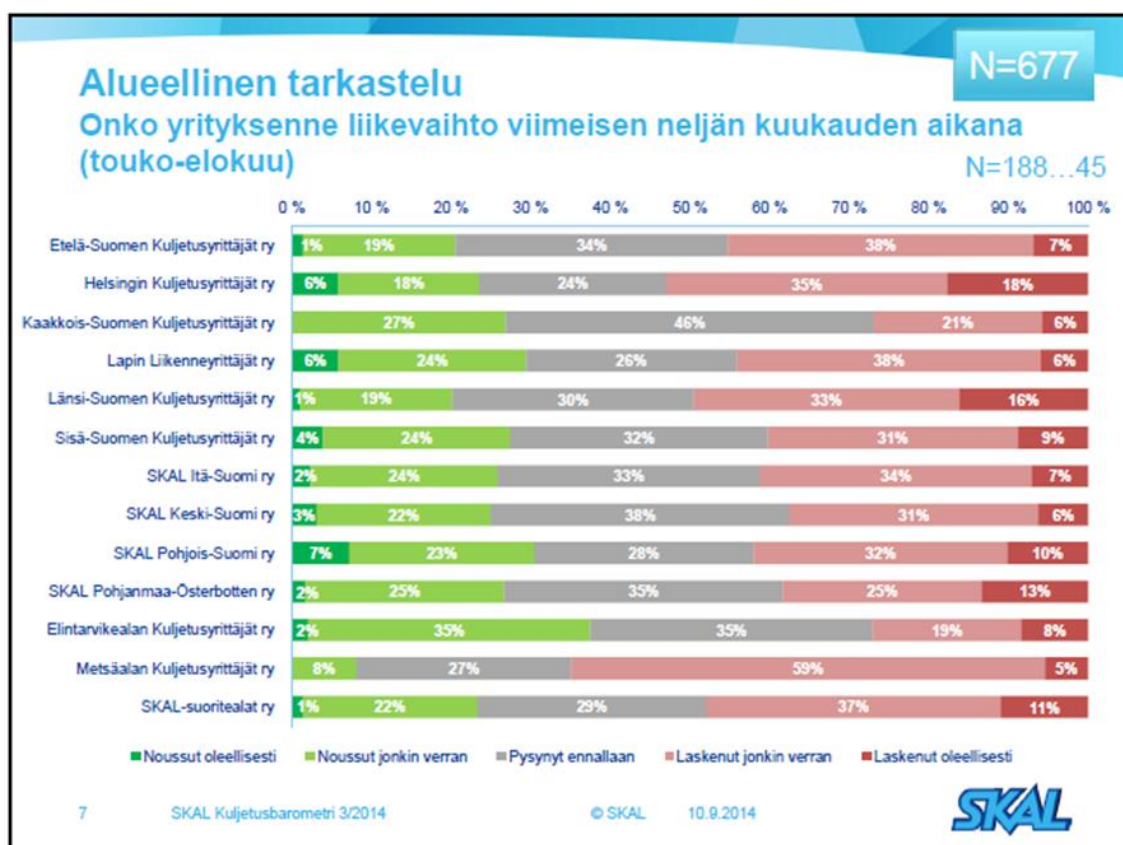
● Arvio touko-elokuu 2014 ● Toteuma touko-elokuu 2014 ● Ennuste syys-joulukuu 2014

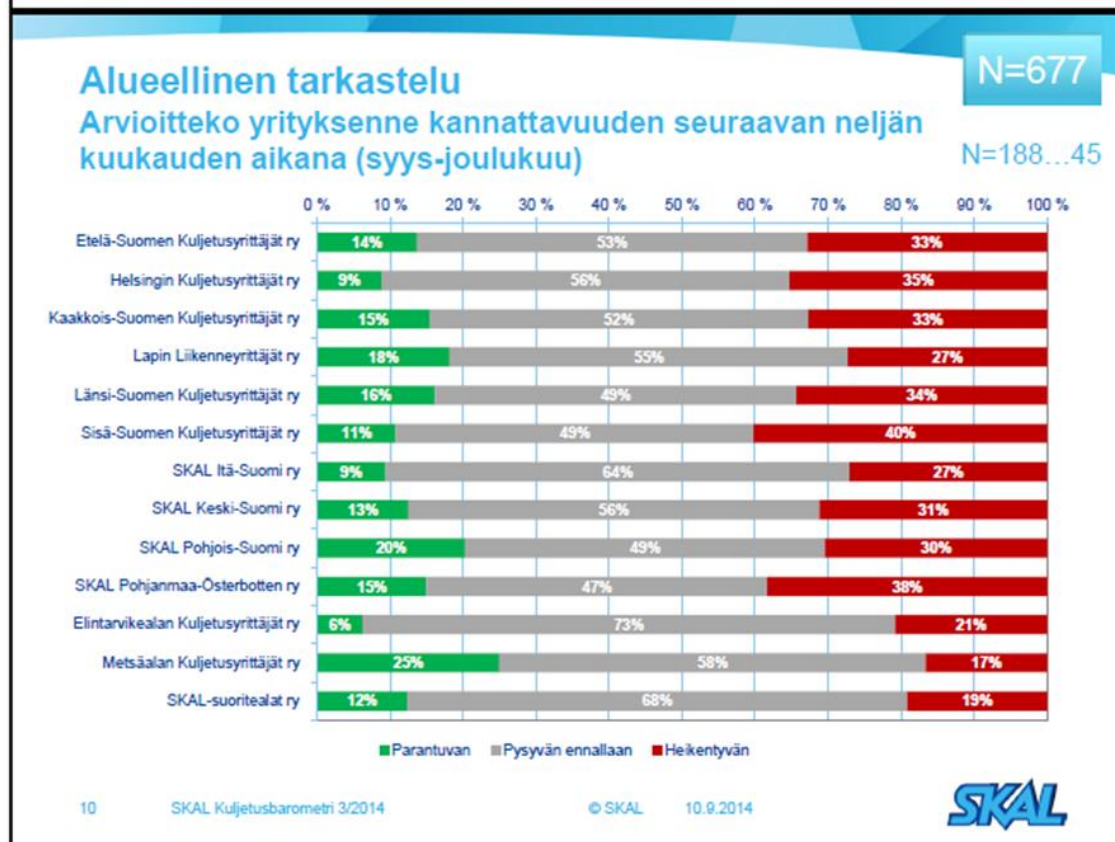
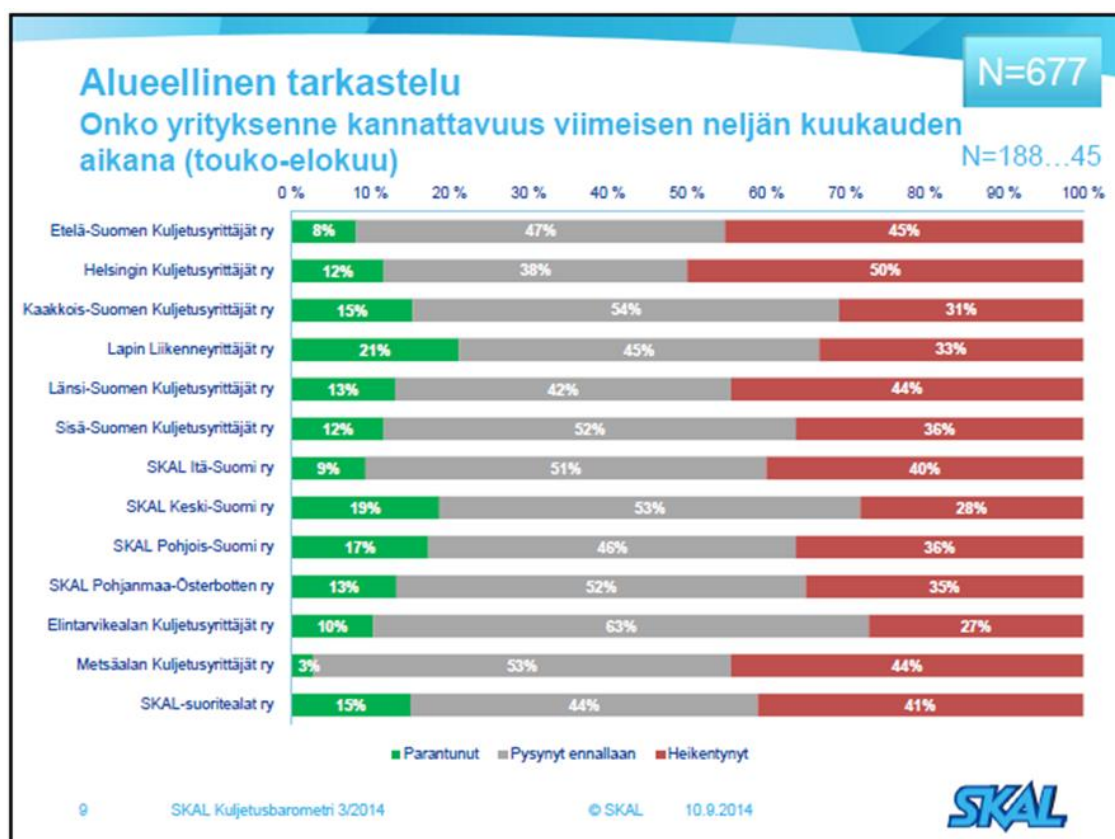
6

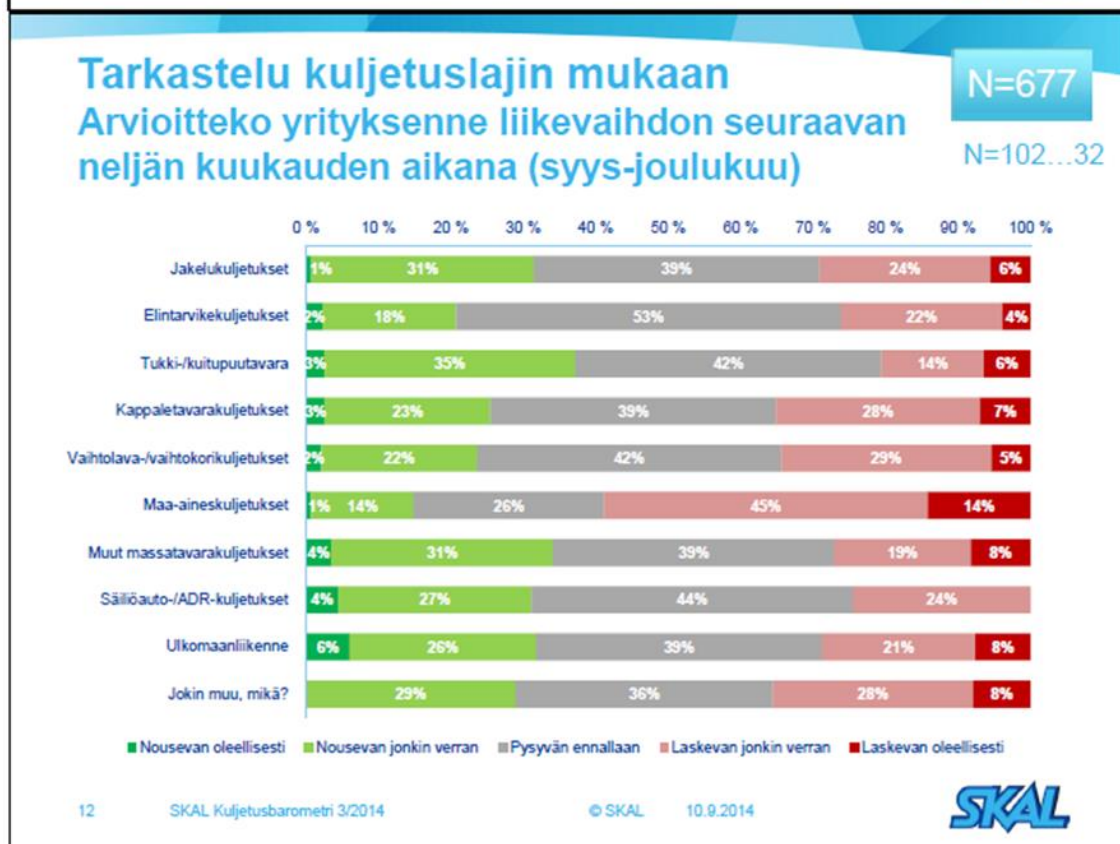
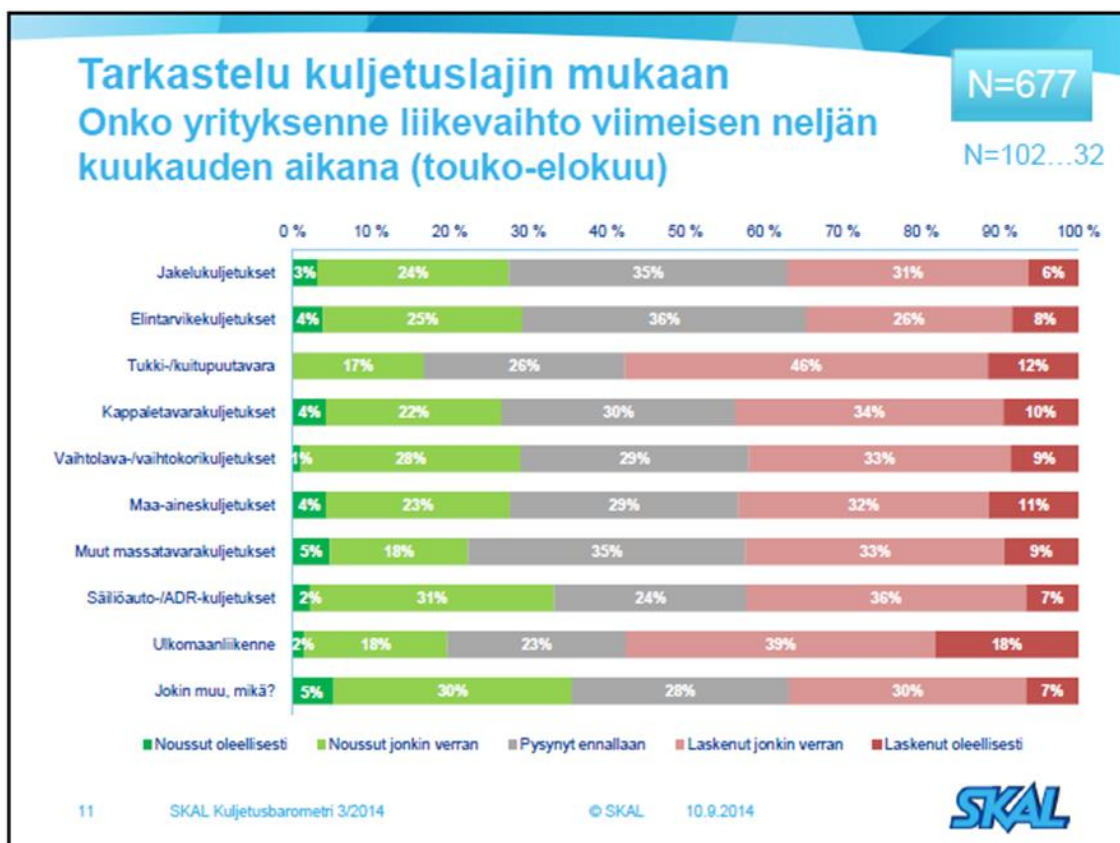
SKAL Kuljetusbarometri 3/2014

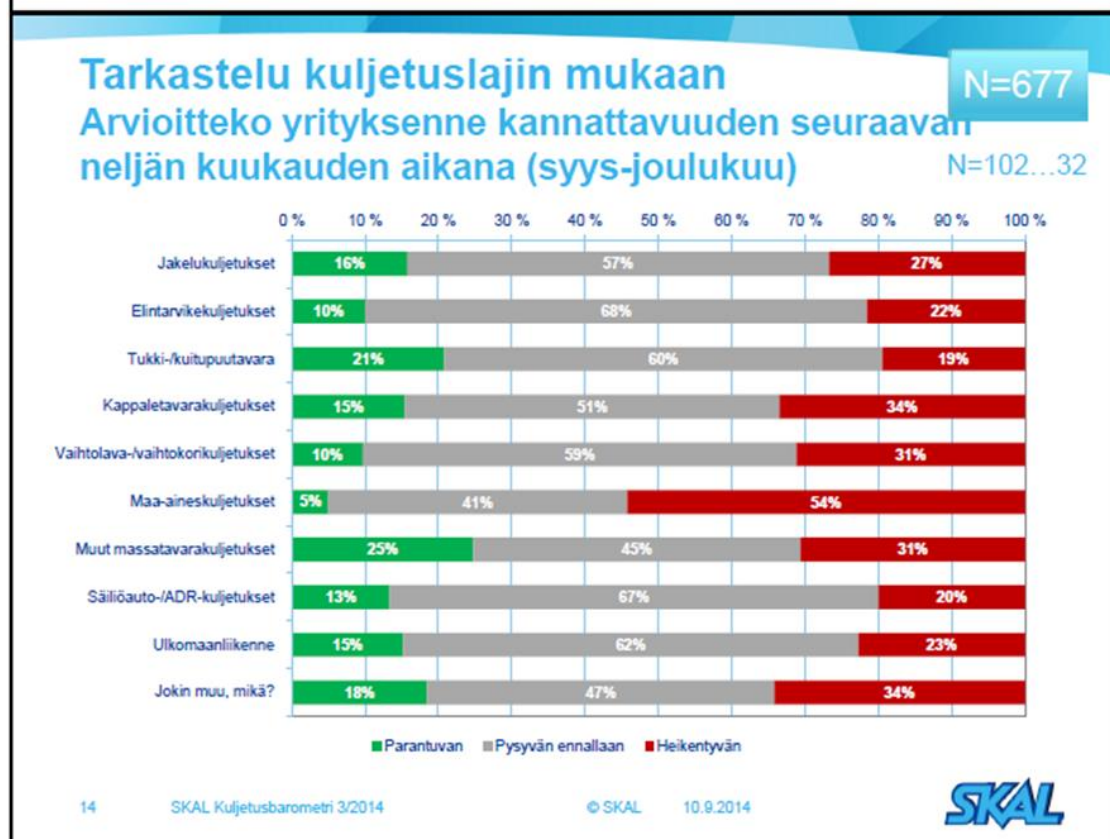
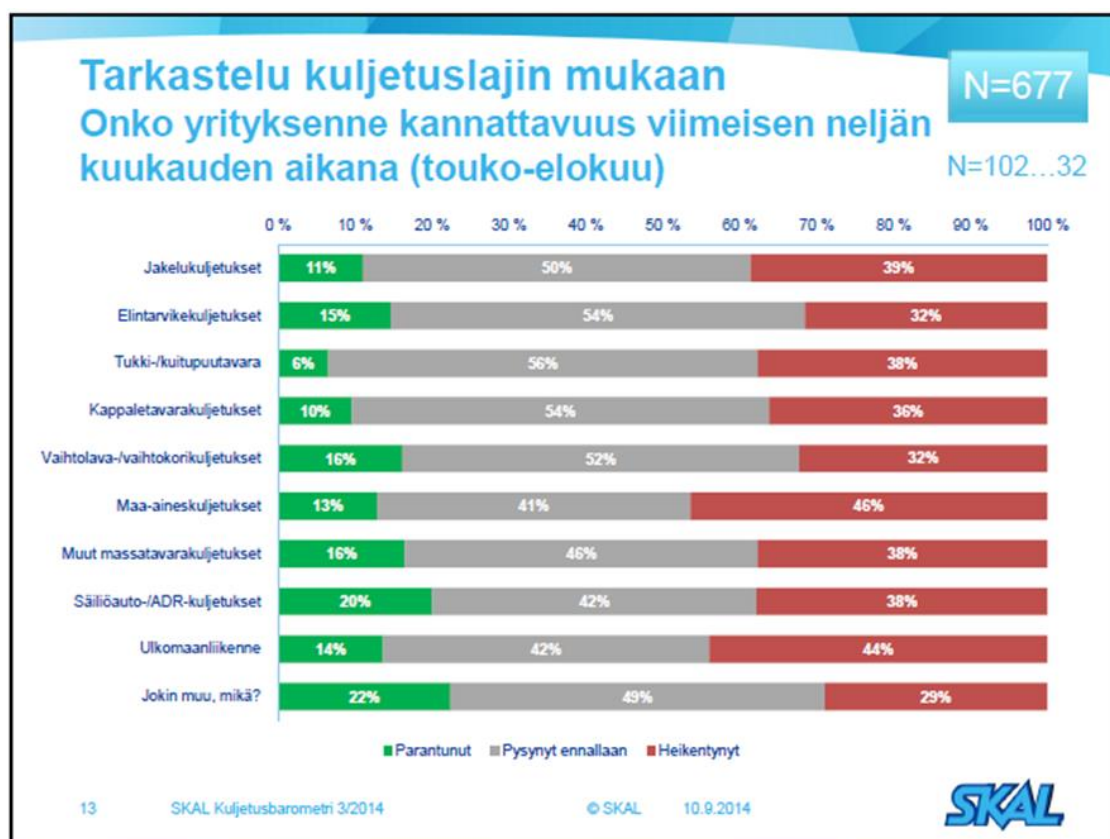
© SKAL 10.9.2014

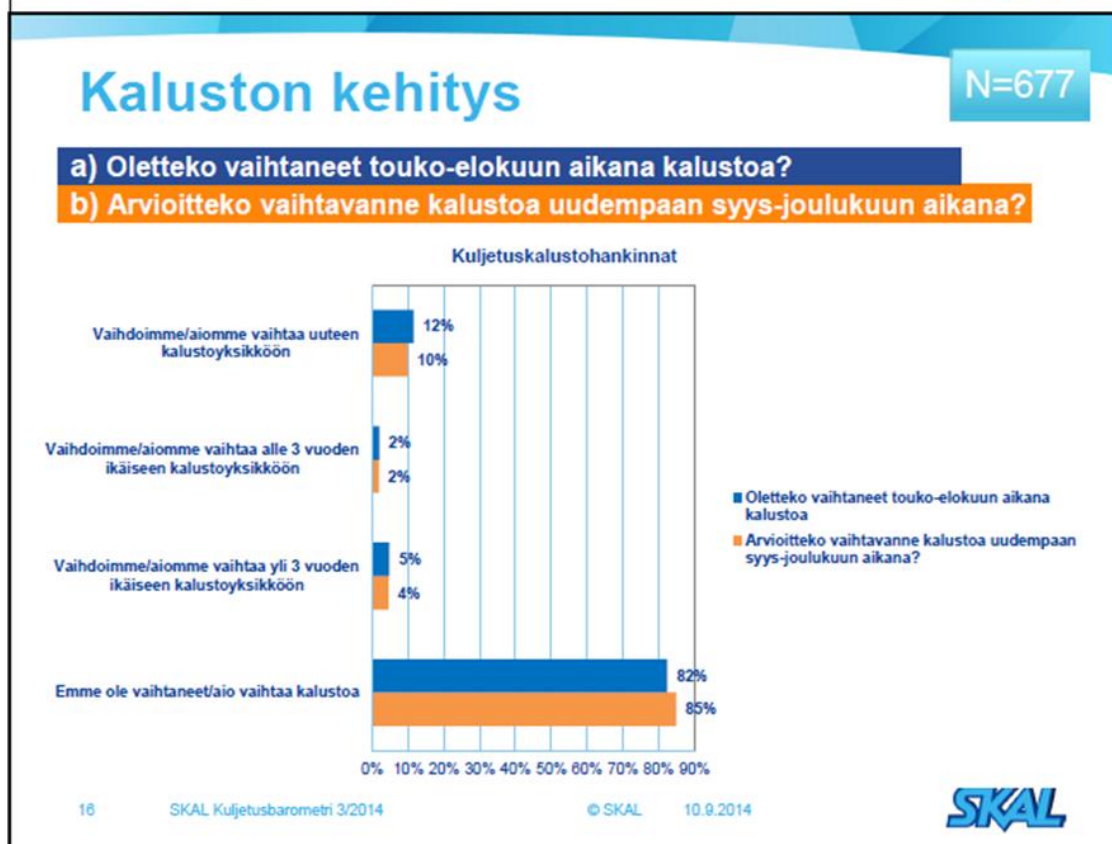
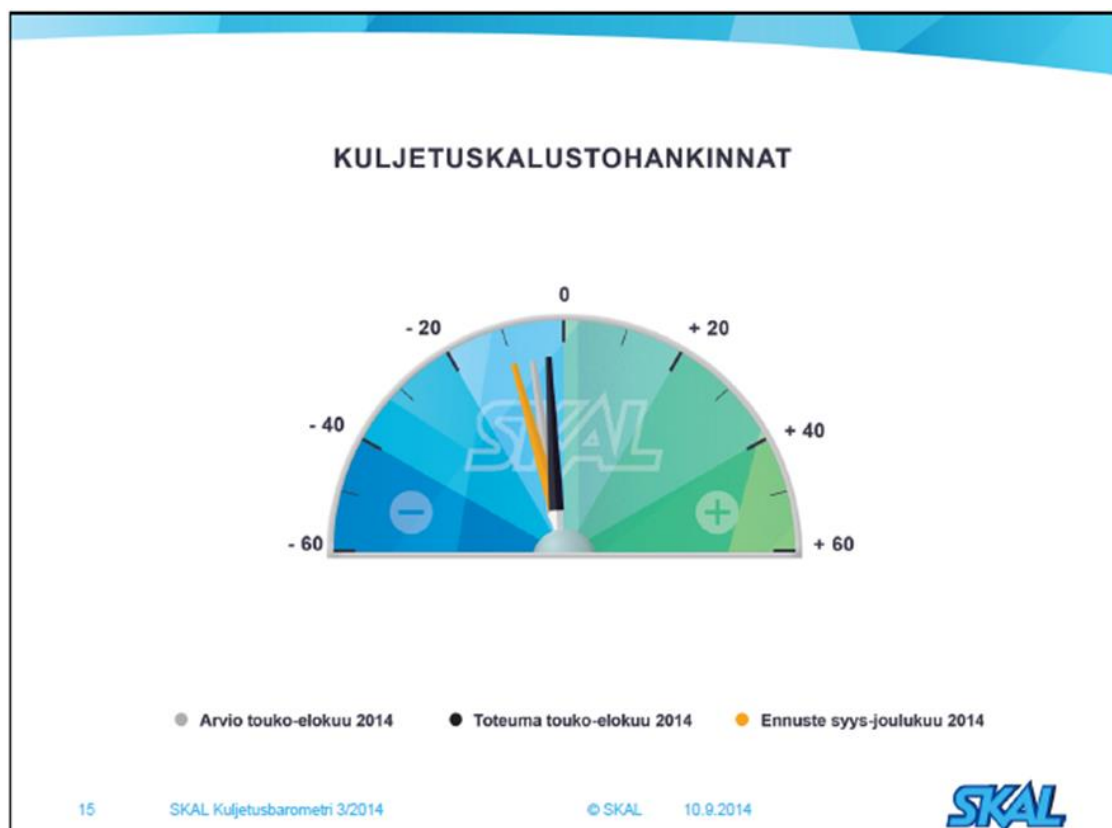
SKAL

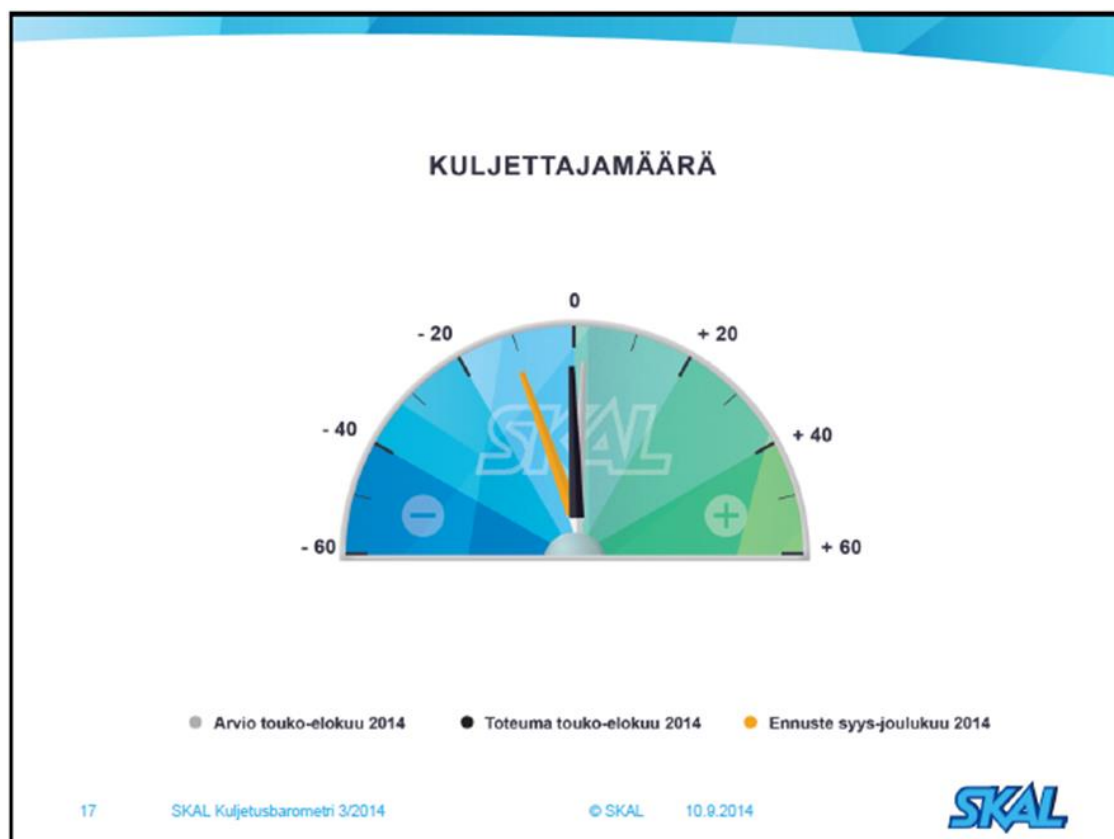












SKAL Kuljetusbarometri 3/2014

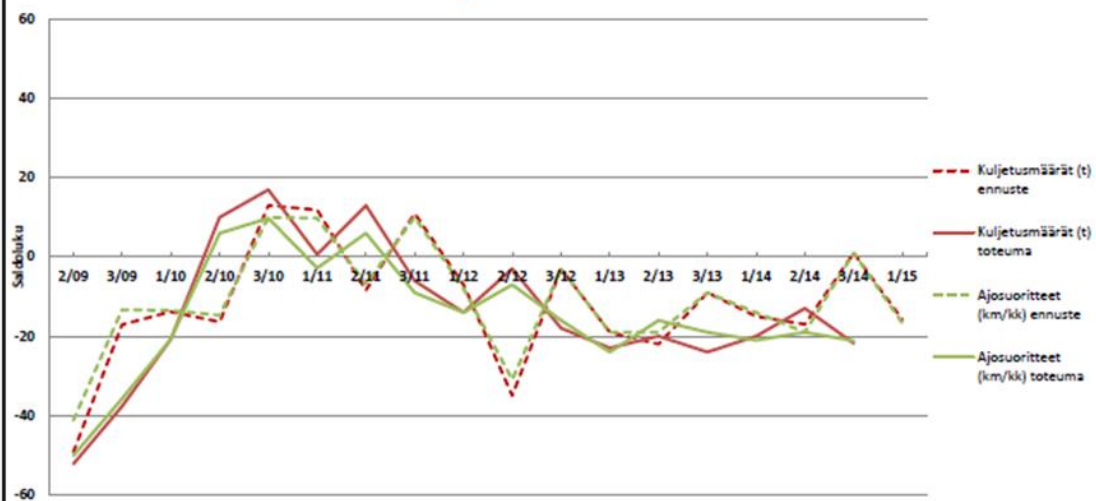
Kuljetusyritysten suhdanne-ennusteet

Kuusivuotistarkastelu 2009–2014

SKAL

Kuljetusmäärien ja ajosuoritteiden kehitys 2009–2014

Tonnit ja kilometrit 2009–2014



19

SKAL Kuljetusbarometri 3/2014

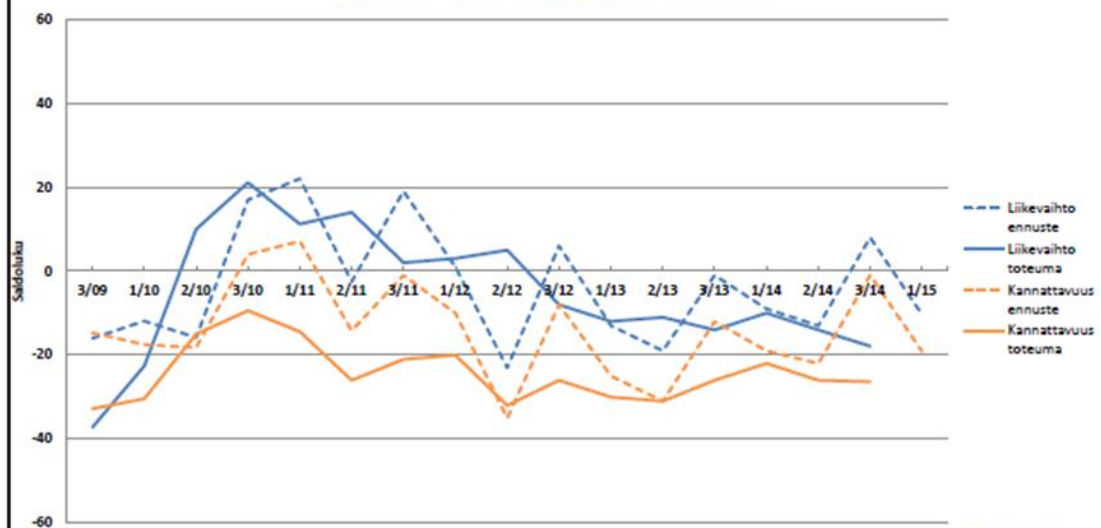
© SKAL

10.9.2014

SKAL

Liikevaihdon ja kannattavuuden kehitys 2009–2014

Liikevaihto ja kannattavuus 2009–2014



20

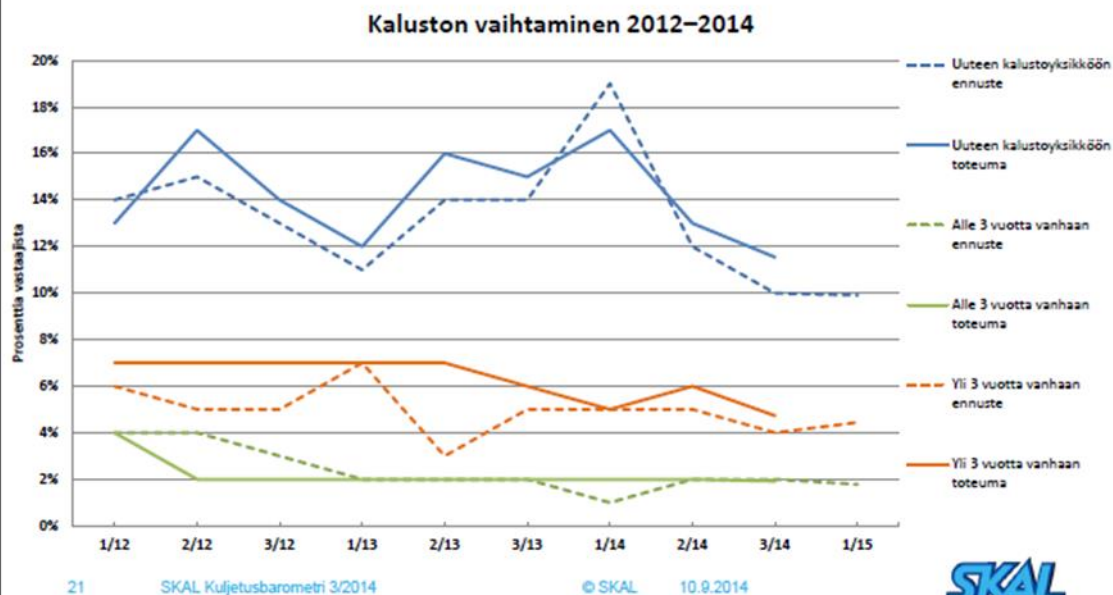
SKAL Kuljetusbarometri 3/2014

© SKAL

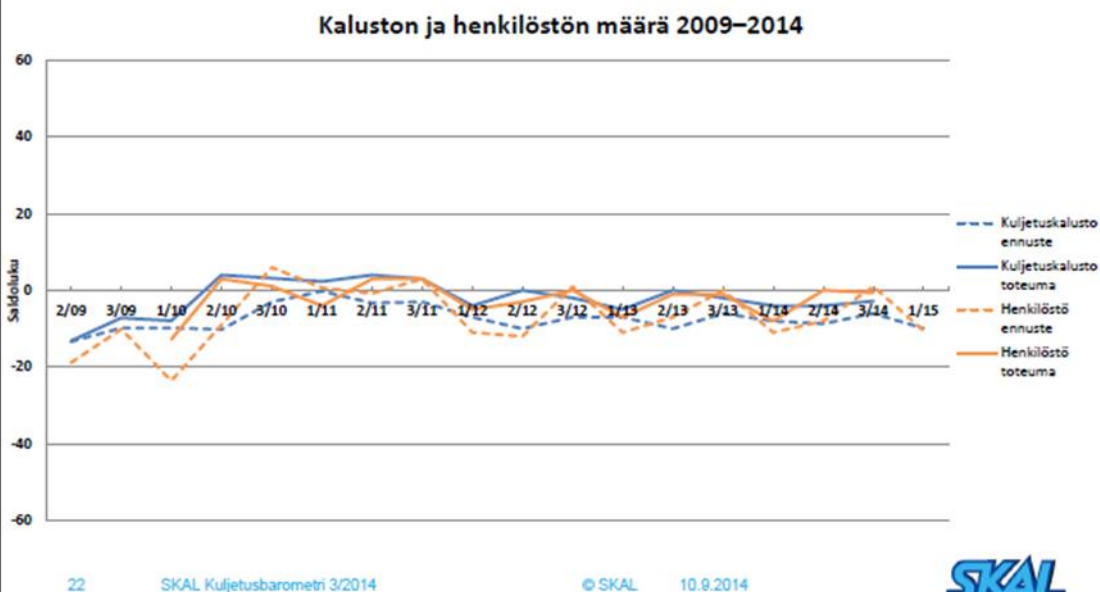
10.9.2014

SKAL

Kaluston vaihtaminen 2012–2014

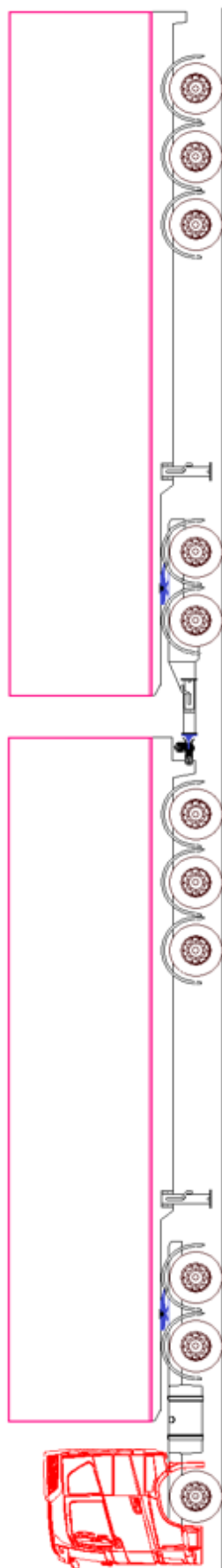


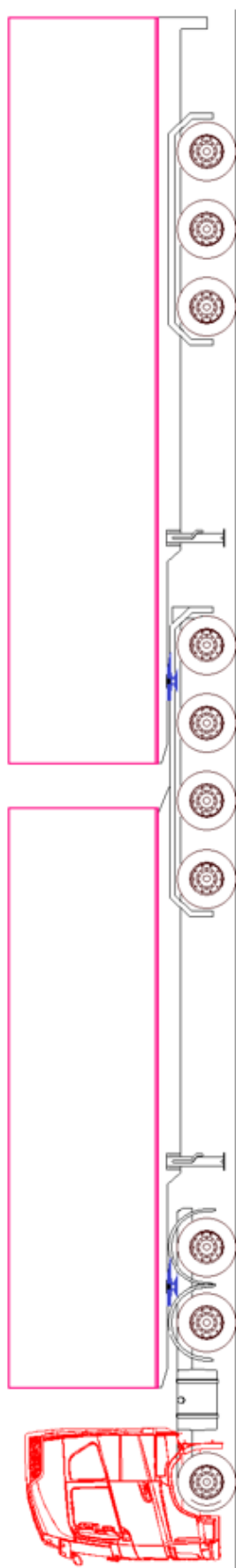
Henkilöstön ja kalustomäärän kehitys 2009–2014



TAULUKKO 8. Liikennesuoritteet ajoneuvolajeittain 1980 - 2013 (2, linkit > Tilastot > Muut tilastot > Liikennesuorite ajoneuvolajeittain 1980 - 2013)

	<u>Henkilöautot</u>	<u>Pakettiautot</u>	<u>Kuorma-autot</u>	<u>Linja-autot</u>	<u>Yhteensä</u>
1980	22 180	1 550	2 390	640	26 760
1981	22 600	1 620	2 400	650	27 270
1982	23 410	1 730	2 400	660	28 200
1983	24 170	1 850	2 390	670	29 080
1984	24 940	1 930	2 400	670	29 940
1985	25 970	2 050	2 460	670	31 150
1986	26 840	2 260	2 580	670	32 350
1987	28 640	2 400	2 540	670	34 250
1988	30 730	2 520	2 590	670	36 510
1989	32 680	2 680	2 680	670	38 710
1990	33 430	2 860	2 780	680	39 750
1991	33 130	2 860	2 530	650	39 170
1992	33 050	3 160	2 500	640	39 350
1993	35 500	3 160	2 530	640	41 830
1994	35 400	3 120	2 580	630	41 730
1995	35 760	3 150	2 640	620	42 170
1996	36 000	3 170	2 730	620	42 520
1997	36 790	3 230	2 890	620	43 530
1998	38 080	3 360	2 760	600	44 800
1999	39 190	3 460	2 770	590	46 010
2000	39 815	3 530	2 775	590	46 710
2001	41 675	3 585	2 790	595	48 645
2002	41 675	3 620	2 860	595	48 750
2003	42 565	3 665	2 970	590	49 790
2004	43 530	3 715	3 060	585	50 890
2005	44 220	3 760	3 115	580	51 675
2006	44 610	3 790	3 170	580	52 150
2007	45 560	3 840	3 270	580	53 250
2008	45 285	3 825	3 290	580	52 980
2009	45 950	3 855	2 965	580	53 350
2010	46 245	3 870	3 120	580	53 815
2011	46 780	3 895	3 205	580	54 460
2012	46 620	3 880	3 155	580	54 235
2013	46 510	3 890	3 190	580	54 170





2. COUPLING HEADS

- 2.1. Coupling heads of Class B50 shall be designed so that they can be used safely with the coupling balls described in paragraph 1 of this annex and thereby retain the prescribed characteristics.

Coupling heads shall be designed in such a way that safe coupling is ensured, also taking into account the wear of the coupling devices.

- 2.2. Coupling heads shall be able to satisfy the tests laid down in annex 6, paragraph 3.2.

- 2.3. Any additional device (e.g. braking, stabilizer, etc.) shall not have any adverse effect on the mechanical connection.

- 2.4. When not attached to the vehicle, horizontal rotation of the coupling head shall be at least 90° to each side of the centre line of the coupling ball and mounting described in paragraph 1 of this annex. Simultaneously, there shall be an angle of free vertical movement 20° above and below the horizontal. Also, in conjunction with the horizontal angle of rotation of 90° it shall be possible for there to be 25° of roll in both directions about the horizontal axis. The following articulation shall be possible at all angles of horizontal rotation:

(i) vertical pitch $\pm 15^\circ$ with axial roll $\pm 25^\circ$

(ii) axial roll $\pm 10^\circ$ with vertical pitch $\pm 20^\circ$

3. DRAWBAR COUPLINGS

The requirements of paragraphs 3.1 to 3.6 of this annex are applicable to all drawbar couplings of Class C50. Additional requirements which must be fulfilled by standard drawbar couplings of Classes C50-1 to C50-6 are given in paragraph 3.7.

- 3.1. Performance requirements — All drawbar couplings shall be able to satisfy the tests stated in annex 6, paragraph 3.3.

- 3.2. Suitable drawbar eyes — Class C50 drawbar couplings shall be compatible with all Class D50 drawbar eyes and couplings with the specified characteristics.

- 3.3. Jaw

Class C50 drawbar couplings shall have a jaw which is designed such that the appropriate drawbar eye is guided into the coupling.

If the jaw, or a part supporting the jaw, can pivot about the vertical axis, it shall establish itself automatically in the normal position and with the coupling pin open, be effectively restrained in this position to give satisfactory guidance for the drawbar eye during the coupling procedure.

If the jaw, or a part supporting the jaw, can pivot about the horizontal transverse axis, the joint providing the rotation capability shall be restrained in its normal position by a locking torque. The torque shall be sufficient to prevent a force of 200 N acting vertically upwards on the top of the jaw producing any deflection of the joint from its normal position. The locking torque shall be greater than that created by operation of the hand lever described in paragraph 3.6 of this annex. It shall be possible to bring the jaw to its normal position manually. A jaw that pivots about the horizontal transverse axis is only approved for vertical bearing loads, S , of up to 50 kg and a V -value of up to 5 kN.

If the jaw, or a part supporting the jaw, is pivoted about the longitudinal axis, the rotation shall be restrained by a locking torque of at least 100 Nm.

The minimum required size of the jaw depends on the D value of the coupling:

D value ≤ 18 kN — width 150 mm, height 100 mm

D value > 18 kN ≤ 25 kN — width 280 mm, height 170 mm

D value > 25 kN — width 360 mm, height 200 mm

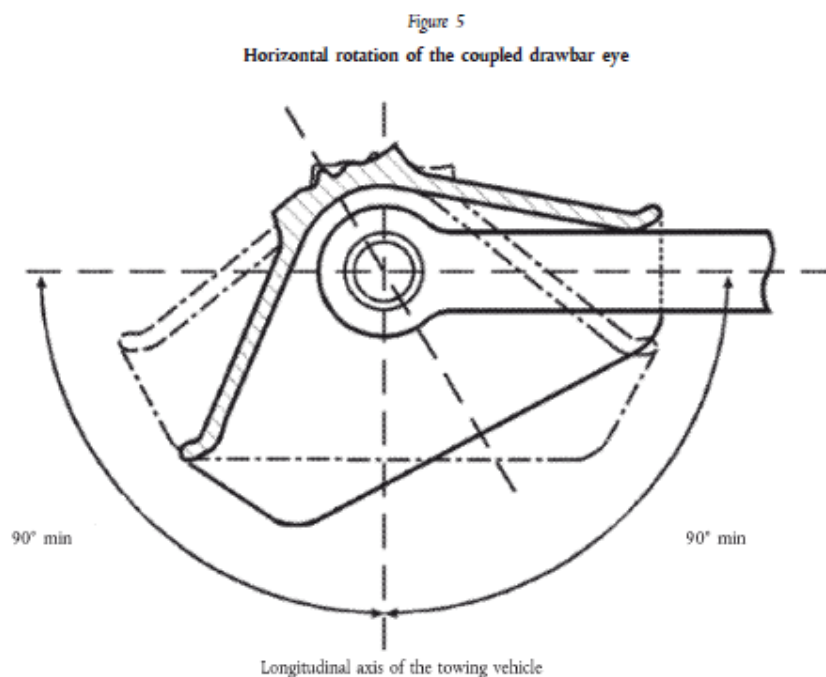
The external corners of the jaw may be radiused.

Smaller jaws are permitted for Class C50-X drawbar couplings if their use is restricted to centre axle trailers up to 3,5 tonnes maximum permissible mass or if the use of a jaw from the above table is impossible due to technical reasons and if, furthermore, there are special circumstances such as visual aids for ensuring safe execution of the automatic coupling procedure and if the field of application is restricted in the approval according to information given by the coupling manufacturer in the Communication form shown in annex 1.

3.4. Minimum articulation of the coupled drawbar eye

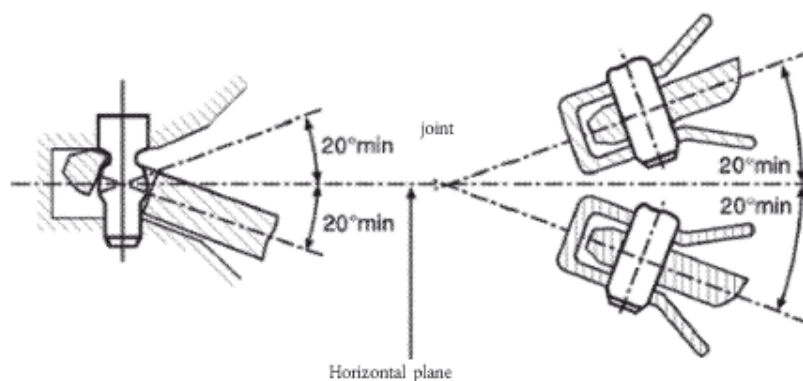
The drawbar eye, when coupled to a drawbar coupling but not fitted to a vehicle, shall have the degrees of articulation given below. If part of the articulation is provided by a special joint (Class C50-X drawbar couplings only), the field of application, given in the communication form shown in annex 1, shall be restricted to the cases stated in annex 7, paragraph 1.3.8.

3.4.1. $\pm 90^\circ$ horizontally about the vertical axis from the longitudinal axis of the vehicle — see Figure 5.



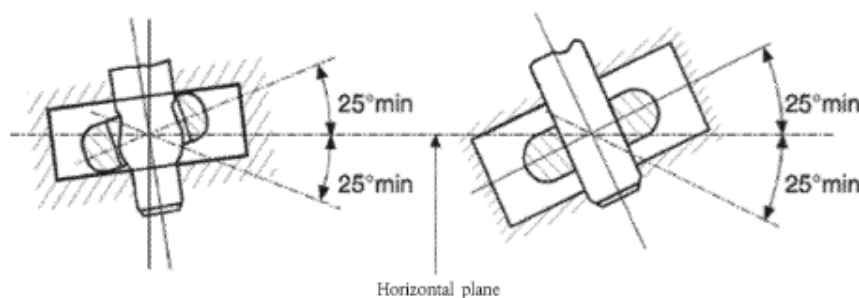
3.4.2. $\pm 20^\circ$ vertically about the transverse axis from the horizontal plane of the vehicle — see Figure 6.

Figure 6
Vertical rotation of the coupled drawbar eye



3.4.3. $\pm 25^\circ$ axial rotation about the longitudinal axis from the horizontal plane of the vehicle — see Figure 7.

Figure 7
Axial rotation of the coupled drawbar eye



3.5. Locking to prevent inadvertent uncoupling:

In the closed position the coupling pin shall be locked by two positive mechanical engagement locking devices each of which shall remain effective should the other fail.

The closed and locked position of the coupling shall be clearly indicated externally by a mechanical device. It shall be possible to verify the position of the indicator by feel, for example, in the dark.

The mechanical indication device shall indicate the engagement of both locking devices (an AND condition).

However, it is sufficient for the engagement of only one locking device to be indicated if, in this situation, engagement of the second locking device is an inherent feature of the design.

3.6. Hand levers

Hand levers shall be of a design suitable for easy use with the end rounded off. The coupling shall not have any sharp edges or points of possible pinching near the hand lever which could result in injury during operation of the coupling. The force needed to release the coupling, measured without the drawbar eye, shall not exceed 250 N perpendicular to the hand lever along the line of operation.

3.7. Special requirements for standard drawbar couplings of Class C50-1 to C50-6:

3.7.1. The swivel motion of the drawbar eye about the transverse axis must be achieved through the spherical shape of the coupling pin (and not by means of a joint);

3.7.2. Tensile and compressive shock loads along the longitudinal axis due to the clearance between the coupling pin and the drawbar eye shall be attenuated by spring and/or damping devices (except C50-1).

3.7.3. The dimensions shall be as given in Figure 8 and Table 4.

3.7.4. The couplings shall be suitable and tested for the characteristic values given in Table 5.

3.7.5. The coupling shall be opened by means of a hand lever at the coupling (no remote control).

Figure 8

Dimensions of standard drawbar couplings (mm) (see Table 4)

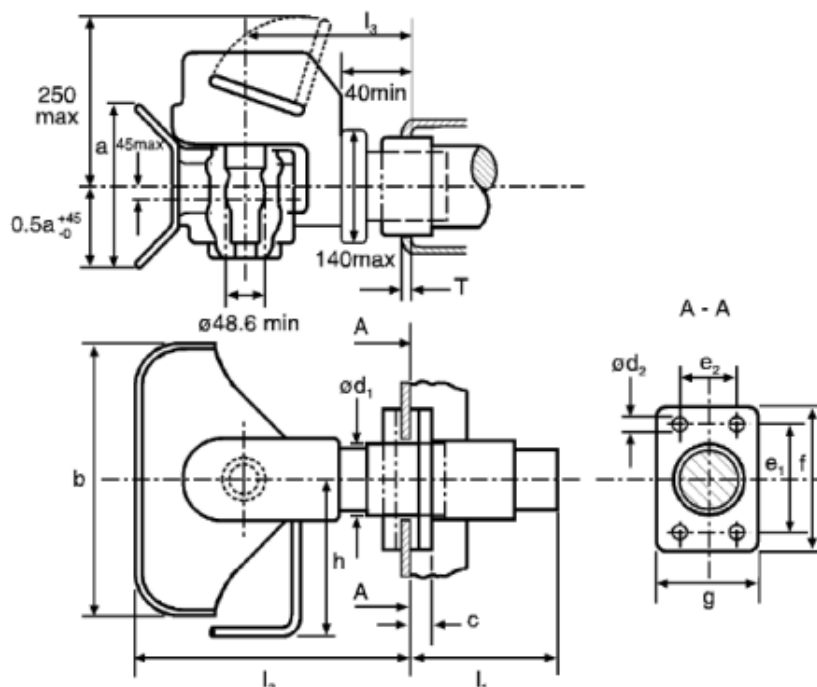


Table 4
Dimensions of standard drawbar couplings (mm) (see Figure 8)

Class	C50-1	C50-2	C50-3	C50-4	C50-5	C50-6 C50-7	Remarks
e ₁	83	83	120	140	160	160	± 0,5
e ₂	56	56	55	80	100	100	± 0,5
d ₁	—	54	74	84	94	94	maximum
d ₂	10,5	10,5	15	17	21	21	H13
f	110	110	155	180	200	200	+ 6,0 – 0
g	85	85	90	120	140	140	± 3,0
a	100	170	200	200	200	200	+ 20,0 – 0
b	150	280	360	360	360	360	+ 20,0 – 0
c	20	20	24	30	30	30	maximum
h	150	190	265	265	265	265	maximum
l ₁	—	150	250	300	300	300	maximum
l ₂	150	300	330	330	330	330	maximum
l ₃	100	160	180	180	180	180	± 20,0
T	—	15	20	35	35	35	maximum

Table 5
Characteristic values for standard drawbar couplings

Class	C50-1	C50-2	C50-3	C50-4	C50-5	C50-6	C50-7
D	18	25	70	100	130	190	190
D _c	18	25	50	70	90	120	130
S	200	250	650	900	1 000	1 000	1 000
V	12	10	18	25	35	50	75

D = maximum D value (kN)

D_c = maximum D value (kN) for centre axle trailer applications

S = maximum static vertical load on coupling (kg)

V = maximum V value (kN)

4. DRAWBAR EYES

4.1. General requirements for drawbar eyes of Class D50:

All drawbar eyes of Class D50 shall be able to satisfy the test stated in annex 6, paragraph 3.4.

Class D50 drawbar eyes are intended for use with C50 drawbar couplings. Drawbar eyes shall not be able to rotate axially (because the respective couplings can rotate).

If Class D50 drawbar eyes are fitted with sleeves, they shall comply with the dimensions shown in Figure 9 (not permitted for Class D50-C) or Figure 10.

The sleeves must not be welded into the drawbar eyes.

Class D50 drawbar eyes shall have the dimensions given in paragraph 4.2. The form of shank for drawbar eyes of Class D50-X is not specified, but for a distance of 210 mm from the centre of the eye the height 'h' and the width 'b' shall be within the limits given in Table 6.

Figure 9

Slotted sleeve for Class D50 drawbar eyes

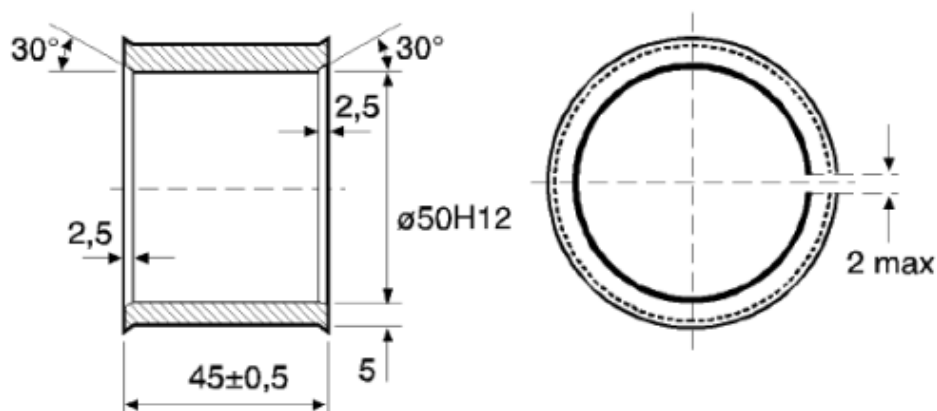


Figure 10

Non-slotted sleeve for Class D50-C drawbar eyes

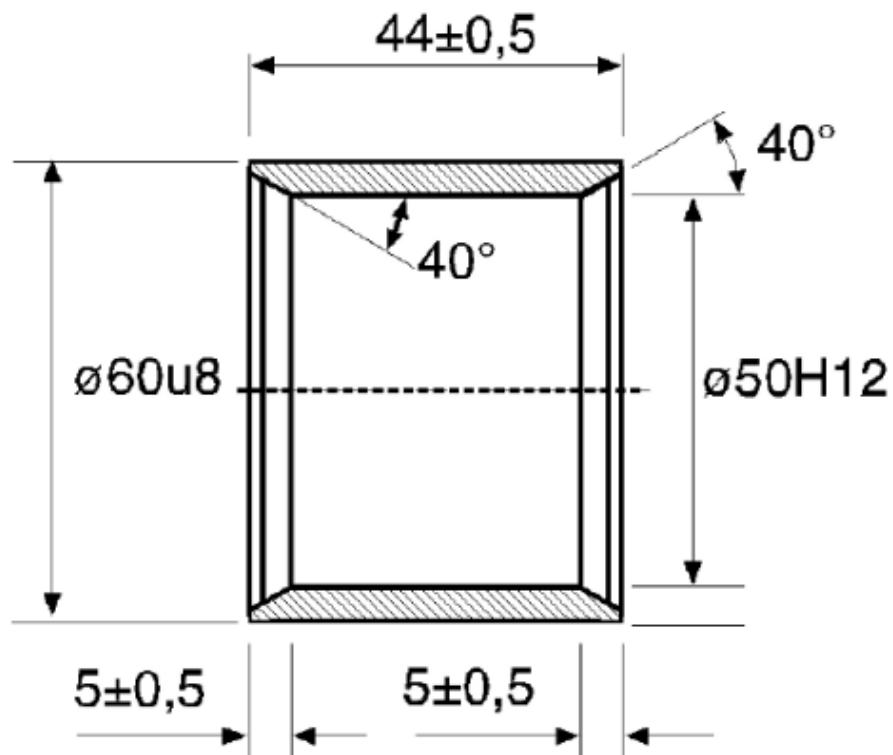


Table 6
Dimensions for drawbar eyes D50-A and D50-X (see Figure 11)

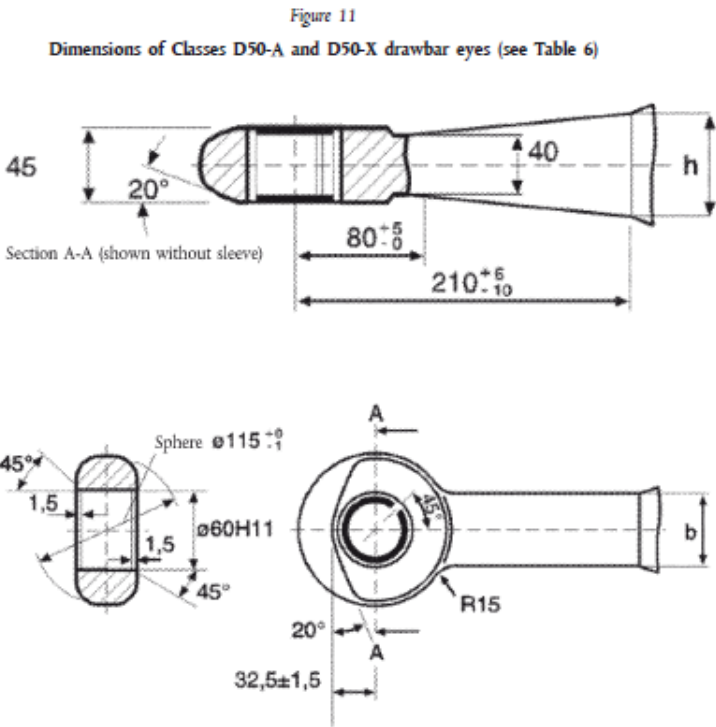
Class	h (mm)	b (mm)
D50-A	$65 + 2/-1$	$60 + 2/-1$
D50-X	80 maximum	62 maximum

Table 7
Characteristic values for standard drawbar eyes

Class	D	D _c	s	v
D50-A	130	90	1 000	30
D50-B	130	90	1 000	25
D50-C	190	120	1 000	50
D50-D	190	130	1 000	75

4.2. Special requirements for Class D50 drawbar eyes:

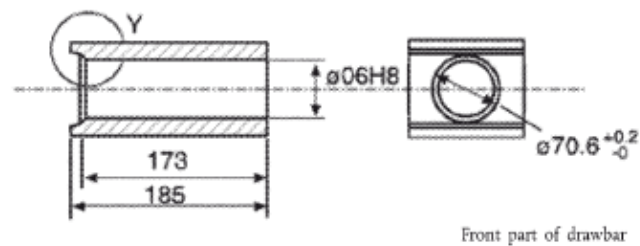
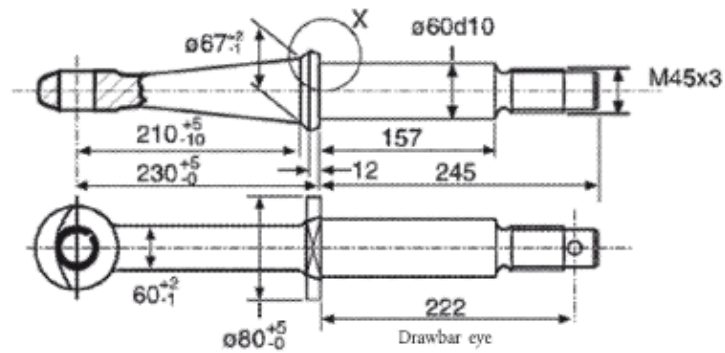
4.2.1. Class D50-A and D50-X drawbar eyes shall have the dimensions illustrated in Figure 11.



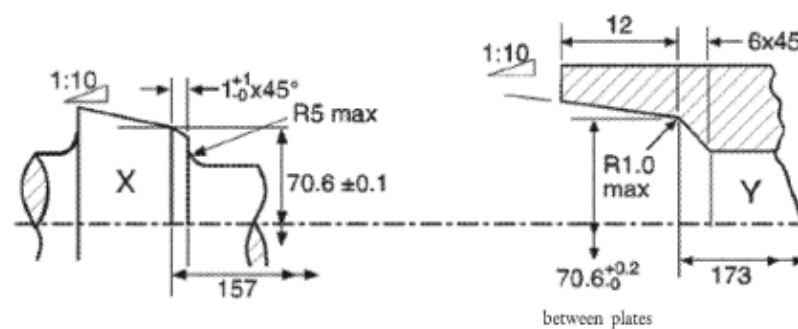
4.2.2. Class D50-B drawbar eyes shall have the dimensions illustrated in Figure 12.

Figure 12

Dimensions of Class D50-B drawbar eyes (see other dimensions in Figure 11)



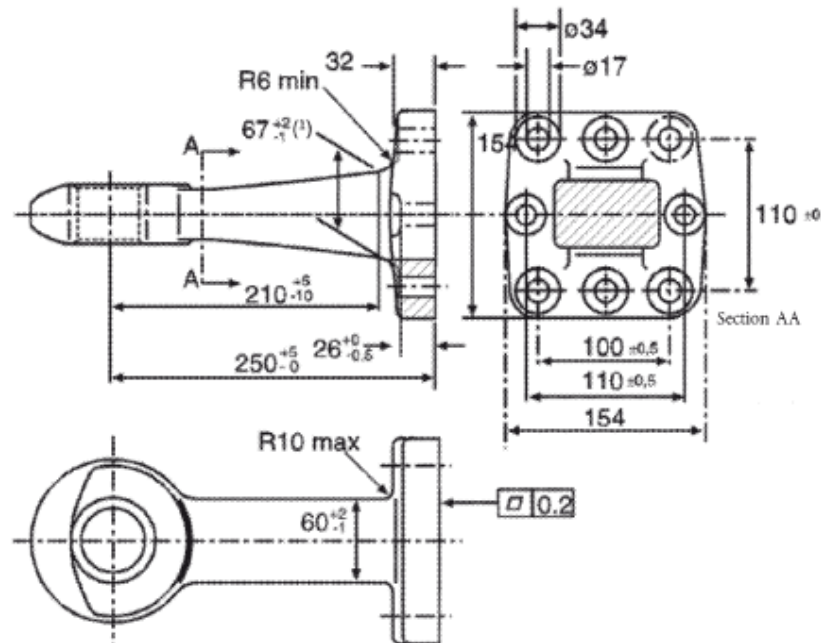
Front part of drawbar



4.2.3. Classes D50-C and D50-D drawbar eyes shall have the dimensions illustrated in Figure 13.

Figure 13

Dimensions of Classes D50-C and D50-D drawbar eyes (see other dimensions in Figure 11)



4.2.4. Classes D50-C and D50-D drawbar eyes shall be fitted with non slotted sleeves shown in Figure 10.

4.3. Load values for standard drawbar eyes

Standard drawbar eyes and the means of attachment shall be suitable for, and tested for, the load values stated in Table 7.

4.4. General requirements for Class L toroidal drawbar eyes:

4.4.1. Class L toroidal drawbar eyes are intended for use with Class K hook type couplings

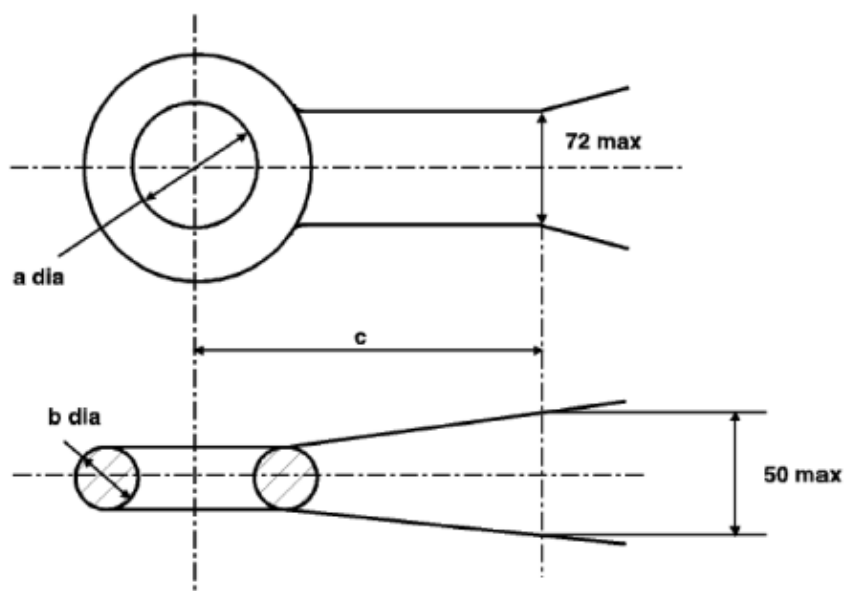
4.4.2. When used with a Class K hook type coupling they shall meet the requirements for articulation given in paragraph 10.2 of this annex.

4.4.3. Class L toroidal drawbar eyes shall have the dimensions given in Figure 14 and Table 8.

(1) For Class D50-D drawbar eyes this dimension shall be '80 max.'.

Figure 14

Dimensions of Class L toroidal drawbar eyes (see Table 8)



- 4.4.4. Class L toroidal drawbar eyes shall satisfy the tests given in annex 6, paragraph 3.4 and shall be suitable for the characteristic values given in Table 9.

Table 8

Dimensions of Class L toroidal drawbar eyes (see Figure 14)

						(in mm)
Class	L1	L2	L3	L4	L5	Remarks
a	68 + 1,6/- 0,0	76,2 ± 0,8	76,2 ± 0,8	76,2 ± 0,8	68 + 1,6/- 0,0	
b	41,2 ± 0,8	41,2 ± 0,8	41,2 ± 0,8	41,2 ± 0,8	41,2 ± 0,8	
c	70	65	65	65	70	Min

Table 9

Characteristic values for Class L toroidal drawbar eyes

Class	L1	L2	L3	L4	L5
D kN	30	70	100	130	180
D _c kN	27	54	70	90	120

Class	L1	L2	L3	L4	L5
S kg	200	700	950	1 000	1 000
V kN	12	18	25	35	50

5. DRAWBARS

5.1. Drawbars of class E shall satisfy the tests prescribed in annex 6, paragraph 3.3.

5.2. In order to provide a connection to the towing vehicle, the drawbars can be fitted either with coupling heads as in paragraph 2 or drawbar eyes as in paragraph 4 of this annex. The coupling heads and drawbar eyes can be attached by screwing, bolting or welding.

5.3. Height adjusting devices for hinged drawbars

5.3.1. Hinged drawbars shall be fitted with devices for adjusting the drawbar to the height of the coupling device or jaw. These devices shall be designed so that the drawbar can be adjusted by one person without tools or any other aids.

5.3.2. Height adjusting devices shall be able to adjust the drawbar eyes or ball couplings from the horizontal above the ground at least 300 mm upwards and downwards. Within this range the drawbar shall be adjustable steplessly, or in maximum steps of 50 mm measured at the drawbar eye or ball coupling.

5.3.3. Height adjusting devices shall not interfere with the easy movement of the drawbar after coupling.

5.3.4. The height adjusting devices shall not interfere with the action of any inertia, overrun type, brake.

5.4. In the case of drawbars combined with inertia, overrun, brakes, the distance between the centre of the drawbar eye and the end of the free shank of the drawbar eye shall not be less than 200 mm in the brake application position. With the shank of the drawbar eye fully inserted the distance shall not be less than 150 mm.

5.5. Drawbars for use on centre axle trailers shall possess at least half the moment of resistance against lateral forces as against vertical forces.

6. DRAWBEAMS

6.1. Drawbeams of Class F shall satisfy the tests prescribed in annex 6, paragraph 3.3.

6.2. The drilling pattern for mounting of Class C standard drawbar couplings shall be in accordance with Figure 15 and Table 10 below.

6.3. Drawbeams shall not be welded to the chassis, bodywork or other part of the vehicle.

Figure 15

Mounting dimensions for standard drawbar couplings (see Table 10)

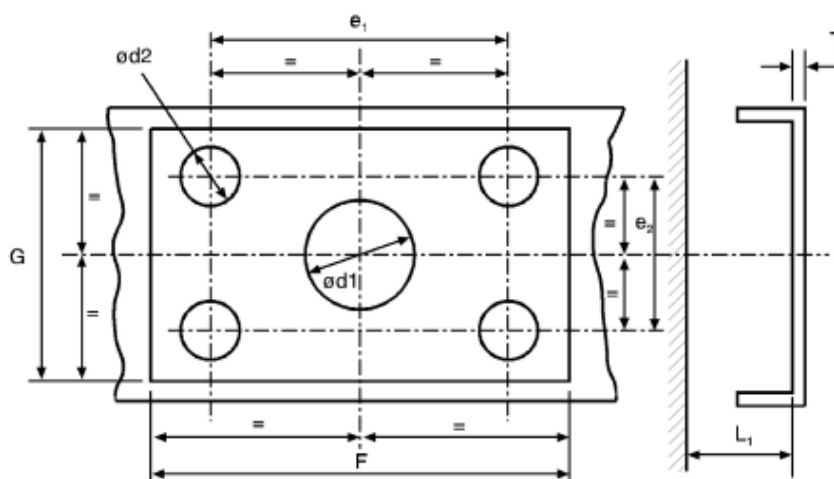


Table 10

Mounting dimensions for standard drawbar couplings (see Figure 15)

(in mm)							Remarks
Class	C50-1	C50-2	C50-3	C50-4	C50-5	C50-6 C50-7	
e_1	83	83	120	140	160	160	$\pm 0,5$
e_2	56	56	55	80	100	100	$\pm 0,5$
d_1	—	55	75	85	95	95	$+1,0/-0,5$
d_2	10,5	10,5	15	17	21	21	H13
T	—	15	20	35	35	35	maximum
F	120	120	165	190	210	210	minimum
G	95	95	100	130	150	150	minimum
L_1	—	200	300	400	400	400	minimum

7. FIFTH WHEEL COUPLINGS AND STEERING WEDGES

The requirements of paragraphs 7.1 to 7.7 are applicable to all fifth wheel couplings of Class G50.

Additional requirements which shall be fulfilled by standard coupling devices are given in paragraph 7.9.

Steering wedges shall satisfy the requirements listed in paragraph 7.8.

7.1. Suitable fifth wheel coupling pins

Class G50 fifth wheel couplings shall be designed so that they can be used with Class H50 coupling pins and, together, provide the specified characteristics.

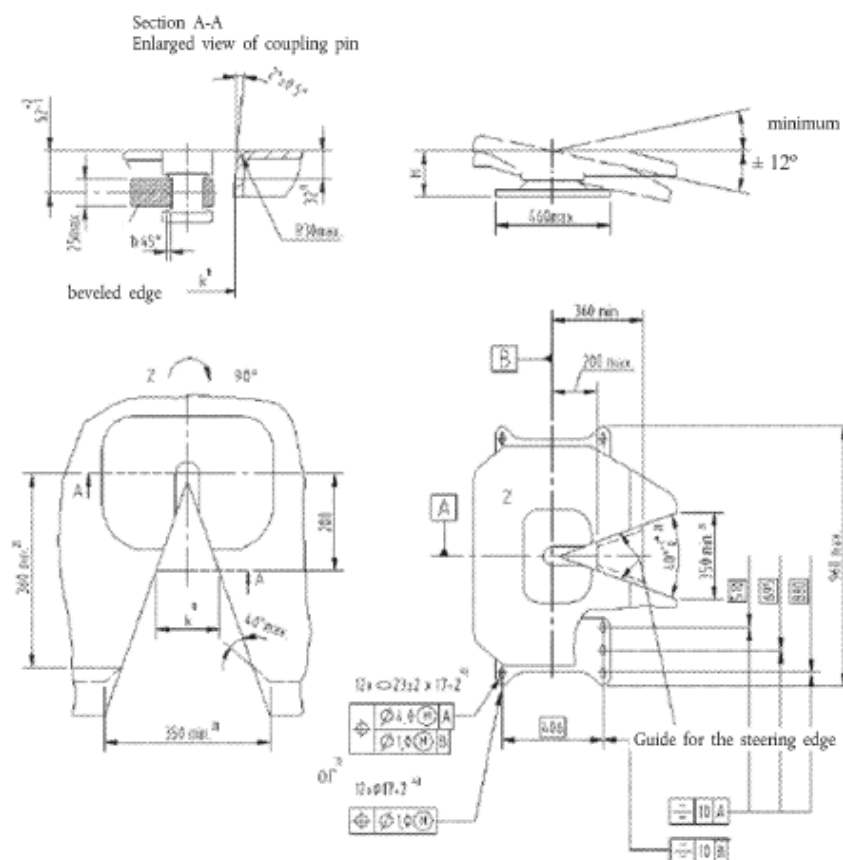
7.2. Guides

Fifth wheel couplings shall be equipped with a guide which ensures safe and correct engagement of the coupling pin. The entry width of the guide for standard 50 mm diameter fifth wheel couplings shall be at least 350 mm (see Figure 16).

For small, non-standard, fifth wheel couplings of Class G50-X and having a maximum 'D' value of 25 kN, the entry width shall be at least 250 mm.

Figure 16

Dimensions of standard fifth wheel couplings (see Table 11)



Notes:

1. To provide for the use of steering wedges, measure the reference dimension $k = 137 \pm 3$ mm at 32 mm below the top surface and at a distance of 200 mm from the transverse centre line of the coupling.
2. The $40^\circ \pm 1^\circ - 0^\circ$ throat angle must be maintained over a distance of 360 mm minimum from the transverse centre line of the coupling. The entry width of 350 mm minimum may be obtained outside this distance by increasing the entry angle up to an included angle of 120° maximum as shown in dotted line.
3. Elongated mounting holes 23 ± 2 mm \times 17 ± 2 mm or round mounting holes Dia. 17 ± 2 mm could be used.
4. When using elongated holes or holes > 18 mm diameter, washers 40 mm diameter, 6 mm thick, or means of equal strength, e.g. flat steel plate, are to be used.

Figure 16a

Mounting holes tolerances for class J mounting plates for fifth wheel couplings (see para. 9.1 of this annex)

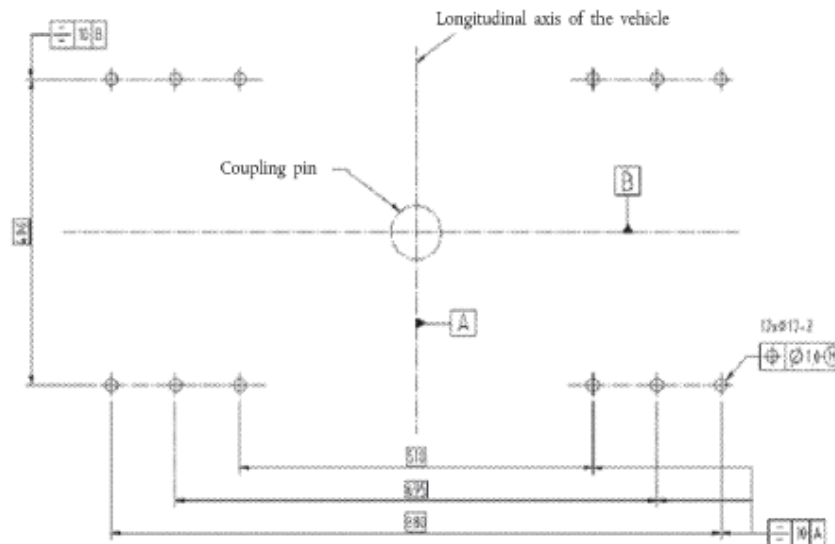


Table 11

Dimensions of standard fifth wheel couplings (see Figure 16)

						(in mm)
Class	G50-1	G50-2	G50-3	G50-4	G50-5	G50-6
H	140-159	160-179	180-199	200-219	220-239	240-260

7.3. Minimum articulation of the fifth wheel coupling

With the coupling pin engaged, without the fifth wheel coupling being attached to a vehicle or mounting plate, but taking into account the effect of the mounting bolts, the coupling shall permit, simultaneously, the following minimum values of articulation of the coupling pin:

- 7.3.1. $\pm 90^\circ$ about the vertical axis (not applicable to fifth wheel couplings with positive steering);
- 7.3.2. $\pm 12^\circ$ about the horizontal axis transverse to the direction of travel. This angle does not necessarily cover off-road use.
- 7.3.3. Axial rotation about the longitudinal axis of up to $\pm 3^\circ$ is permitted. However, on a fully oscillating fifth wheel coupling, this angle may be exceeded, providing that the locking mechanism enables the restriction of the rotation to $\pm 3^\circ$ maximum.

7.4. Locking devices to prevent uncoupling of fifth wheel couplings

The fifth wheel coupling shall be locked in the coupled position by two positive mechanical locking devices each of which shall remain effective should the other fail.

The primary locking device shall operate automatically but the secondary locking device may either be automatic or be engaged manually. The secondary locking device may be designed to work in conjunction with the primary device and provide an additional positive mechanical lock for the primary device. It shall only be possible to engage the secondary locking device if the primary device is properly engaged.

It shall not be possible for the locking devices to be released inadvertently. Release shall require intentional action by the driver or operator of the vehicle.

The closed and locked position of the coupling shall be indicated visually by a mechanical device and it shall be possible to verify the position of the indicator by feel, for example, to allow the position to be checked during darkness. The indication device shall indicate the engagement of both primary and secondary locking devices, however, it is sufficient for the engagement of only one device to be indicated if, in this case, the engagement of the other device is a simultaneous and inherent feature of the design.

7.5. Operating devices or release mechanisms

In the closed position the operating devices or release mechanisms shall be prevented from being operated inadvertently or accidentally. The locking system shall be such as to require positive, conscious action to release the locking device in order to operate coupling release mechanism.

7.6. Surface finish

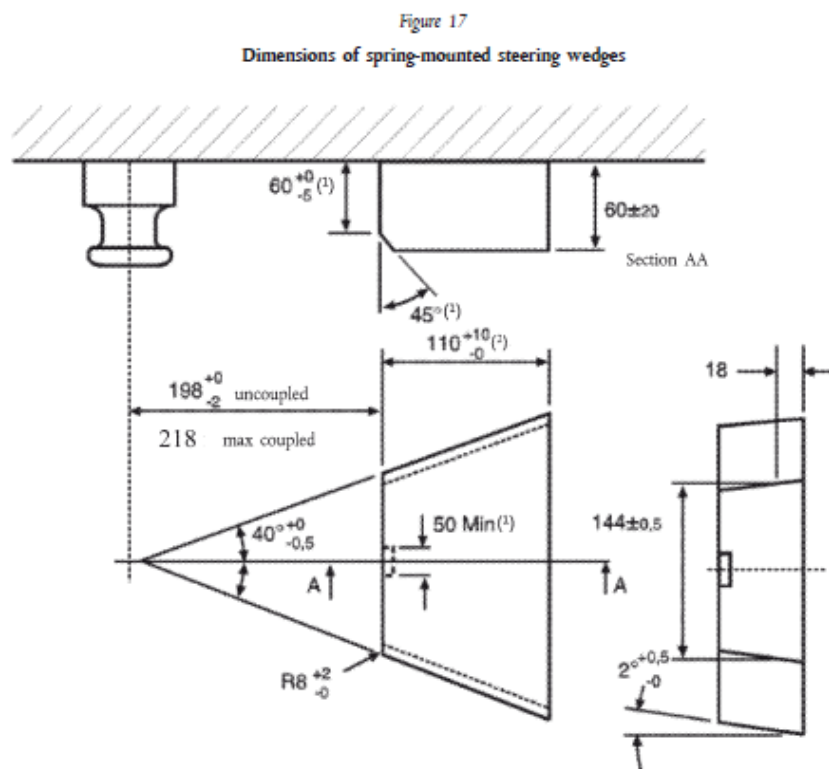
The surfaces of the coupling plate and coupling lock shall be functionally satisfactory and be carefully machined, forged, cast or pressed.

7.7. Load requirements

All fifth wheel couplings shall be able to satisfy the tests described in annex 6, paragraph 3.7.

7.8. Steering wedges

7.8.1. The dimensions of steering wedges for the positive steering of semitrailers shall be as in Figure 17.

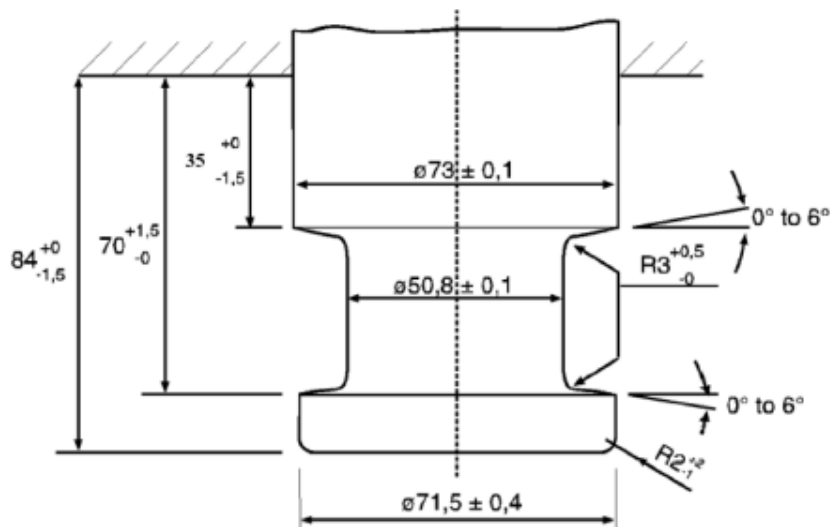


(1) Only applicable to steering wedges over 60 mm thick.

(2) This dimension only refers to the functional surface: the steering wedge itself can be longer.

- 7.8.2. The steering wedge shall allow safe and correct coupling and shall be spring-mounted. The strength of the spring shall be selected so that it is possible to couple an unloaded semitrailer and so that, with the semitrailer fully loaded the steering wedge is firmly in contact with the flanks of the coupling during use. Uncoupling of the fifth wheel shall be possible with the semitrailer both loaded and unloaded.
- 7.9. Special requirements for standard fifth wheel couplings:
- 7.9.1. the dimensions shall be as shown in Figure 16 and Table 11.
- 7.9.2. they shall be suitable for, and tested for, a D value of 150 kN and a U value of 20 tonnes.
- 7.9.3. release shall be possible by a hand lever mounted directly on the coupling.
- 7.9.4. they shall be suitable for the positive steering of semitrailers by means of steering wedges — see paragraph 7.8.
8. FIFTH WHEEL COUPLING PINS
- 8.1. Fifth wheel coupling pins of Class H50 (ISO 337) shall have the dimensions shown in Figure 18.

Figure 18
Dimensions of Class H50 fifth wheel coupling pins



- 8.2. The coupling pins shall be able to satisfy the tests described in annex 6, paragraph 3.9.
9. MOUNTING PLATES
- 9.1. Class J mounting plates for fifth wheel couplings shall have circular mounting holes positioned as shown in Figure 16a if they are intended for standard fifth wheel couplings. However, the mounting holes shall be 17 mm \pm 2,0 mm/– 0,0 mm diameter. The holes shall be circular, NOT slotted (see Figure 16a).

9.2. Mounting plates for standard fifth wheel couplings shall be suitable for the positive steering of semitrailers (with steering wedges). Mounting plates for non-standard fifth wheel couplings which are unsuitable for positive steering shall be marked appropriately.

9.3. Mounting plates for fifth wheel couplings shall be able to satisfy the tests described in annex 6, paragraph 3.8.

10. HOOK TYPE COUPLINGS

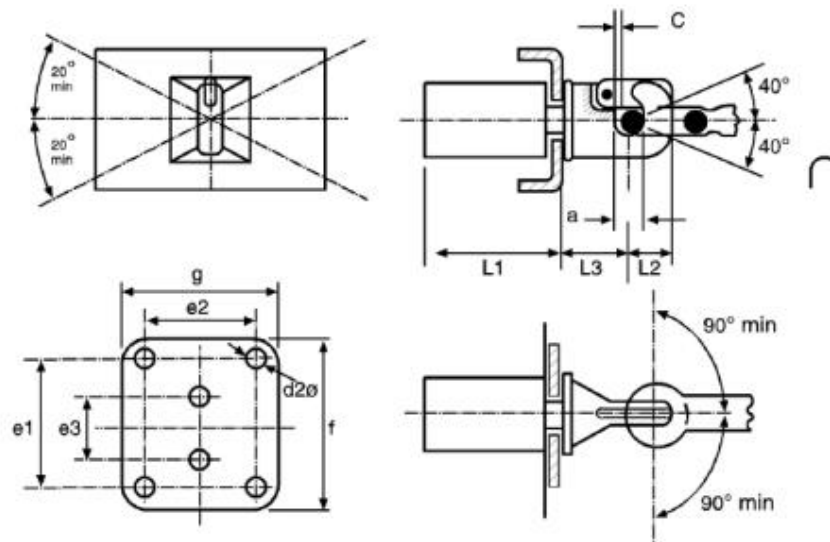
10.1. General requirements for Class K hook type couplings:

10.1.1. All Class K hook type couplings shall satisfy the tests given in annex 6, paragraph 3.5 and shall be suitable for the characteristic values given in Table 13

10.1.2. Class K hook type couplings shall have the dimensions given in Figure 19 and Table 12. Class K1 to K4 are non-automatic couplings for use only on trailers not exceeding 3,5 tonnes maximum permissible mass and Class KA1 to KA3 are automatic couplings.

Figure 19

Dimensions and articulation of Class K hook type couplings



10.1.3. A hook type coupling shall only be used with a toroidal drawbar eye and when used with a Class I toroidal drawbar eye the Class K coupling shall have the degrees of articulation given in paragraph 10.2 of this annex.

10.1.4. A Class K hook type coupling shall be used with a toroidal eye giving a minimum clearance, or free movement, of 3 mm and a maximum clearance of 5 mm when new. Suitable drawbar eyes shall be declared by the coupling manufacturer on the Communication form shown in annex 1.

JYKI GROUPIN TIEDOTE (6, linkit Tieliikenne > Katsastukset > Katsastajille > Muutokset massoissa ja mitoissa > Valmistajien ohjeita)



TIEDOTE

21.5.2013

JYKI perävaunujen runko- ja akselistorakennemuutokset

Kun perävaunuun tehdään runkoon tai akselistoon muutoksia, Trafin ohjeen mukaan perävaunun valmistajan tulee antaa ohjeet, miten työ tehdään. Valmistaja antaa uudet sallitut mitat ja massat sekä tekee uuden teoreettisen jarrulaskelman. Jarrujen muutostyö vaatii Trafin myöntämän A-korjausluvan. Jarruviiveet on mitattava muutostyö jälkeen ja siitä on annettava todistus muutoksatsastukseen.

Vuosimallia 2000 vanhempiin JYKI-perävaunuihin ei sellaisia muutostöitä, joilla korotetaan suurinta sallittua massaa, voi todennäköisesti tehdä, koska runkorakenne ei kestä suurempaa väsytyksrasitusta.

Vuosimallia 2000 ja uudempiin voidaan sellaisiakin muutostöitä tehdä, joilla korotetaan suurinta sallittua massaa.

Tärkeätä on, että ennen muutostyön aloittamista olette JYKI-perävaunujen osalta yhteydessä JYKIn suunnitteluun tai jälkimarkkinapäällikkö Jaakko Lindströmiin, matkapuhelin: 040 565 0830, sähköposti: jaakko.lindstrom@jyki.fi

Tällöin JYKI antaa ohjeet ja/tai suunnittelee muutostyön ja samalla sovitaan millä komponenteilla ja missä muutostyö tehdään. Mikäli muutostyötä ei tehdä Jykillä, vastaa muutostyöntekijä muutostyöstä ja tekee siitä oman todistuksen muutoksatsastukseen.

Niittirunkoisten perävaunujen muutostyöt tehdään JYKillä, koska runkomateriaali ja niittausmenetelmän hallitseminen vaatii erityisosaamista ja omat työkalunsa.

Tehtaalla on valmiiksi suunniteltuja vaihtoehtoja todennäköisesti syyskuussa 2013 voimaan tuleville uusille massoille. Muutostöitä on suunniteltu 4-akselisten puutavaraperävaunujen muuttamiseksi 5-akselisiksi ja 3-akselisten kasettiperävaunujen muuttamiseksi 4-akselisiksi.

Länpohjassa 23..5.2013

Jyki Oy

Matti Kultala

Jaakko Lindström

suunnittelupäällikkö

jälkimarkkinapäällikkö

KOME OY:N TIEDOTE (6, linkit Tieliikenne > Katsastukset > Katsastajille > Muutokset massoissa ja mitoissa > Valmistajien ohjeita)



Harri Komulainen

KOME perävaunujen akselisto- ja runkomuutokset

Valtioneuvoston päätöksen mukaan raskaan kaluston mitat ja massat asetus astuu voimaan 1.10.2013. Kokonaispaino nousee yhdistelmissä sopivin edellytyksin 76 tonniin nykyisestä 60 tonnista ja korkeus 4,20 m → 4,40 m.

Mikäli perävaunun runkoon tai akselistoon tehdään muutoksia niin Trafin ohjeen mukaan perävaunun valmistaja antaa ohjeet miten työ tehdään. Valmistaja antaa uudet sallitut mitat ja massat sekä teoreettisen jarrulaskelman.

KOME-perävaunuihin sallitaan yo. muutokset vuosimalliin 2000 ja sitä uudempiin. Mikäli muutostarpeita on vanhempiin vaunuihin ne tutkitaan tapauskohtaisesti.

On tärkeää huomata, että ennen muutostyön aloittamista olette yhteydessä tehtaalte, josta saatte tarkemmat ohjeet. Yhteyshenkilöt ovat seuraavat:

- Toimitusjohtaja Harri Komulainen, puh. 0500 161 132, harri.komulainen@kome.fi
- Myyntijohtaja Seppo Saarnio, puh. 0400 947 777, seppo.saarnio@kome.fi

Kome antaa ohjeet ja/tai suunnittelee muutostyön ja samalla sovitaan millä komponenteilla ja missä muutostyö tehdään. KOME:lla on omien tehtaiden lisäksi yhteistyökumppaneita eri puolilla Suomessa, jossa yo. muutostyöt pystytään hoitamaan jouhevasta.

KOME:lla on valmiina muutospaketti niin 3- akselisen vaunun muuttamisesta 4- akseliseksi kuin 4-akselisen muuttamisesta 5-akseliseksi.

Haapajärvellä 10.9.2013



Harri Komulainen
Toimitusjohtaja

TRAILER-METALLI OY:N TIEDOTE (6, linkit Tieliikenne > Katsastukset > Katsastajille > Muutokset massoissa ja mitoissa > Valmistajien ohjeita)

Trailer-Metalli Oy Kuormatie 2 03100 Nummela Y-tunnus 0570918-2	Tiedote 2013-10-01
--	---------------------------

Trailer-Metalli Oy:n valmistamien perävaunujen runko- ja akselistorakenteiden muutokset

Trailer-Metalli Oy:n valmistajatunnus (WMI) on YG9/035 ja valmistenumero muotoa YG9 xxxxxx x x 035 xxx.

Trailer-Metalli Oy:n valmistamien perävaunujen ja siirtolaitteiden tuotemerkit:

- Tramet siirtolaitteet
- Briab, ennen 31.01.2002 käyttöön otetut

Trailer-Metalli Oy käsittelee ja ohjeistaa valmistamiensa perävaunujen runko- ja akselistorakenteiden muutokset perävaunukohtaisesti.

Perävaunujen runko- ja akselistorakennetta koskevat muutostyöt voidaan suorittaa vain Trailer-Metalli Oy:n tai valmistajan hyväksymän yhteistyökumppanin toimesta. Jarrujärjestelmän muutostyön suorittajalla on oltava Trafín myöntämä voimassa oleva A-korjauslupa.

Trailer-Metalli Oy antaa valmistamiinsa perävaunuihin uudet suurimmat sallitut rakenteelliset akseli-, teli- ja kokonaismassat ja mitat. Muutostyön suorittaja vastaa suorittamastaan muutostyöstä ja antaa tarvittavat todistukset muutostyöstä ja suurimmista sallituista massoista muutetulle rakenteelle.

Yhteyshenkilö: Raimo Poutiainen

Yhteystiedot: puhelin 0400-839187
sähköposti tramet@kolumbus.fi

Nummelassa 2013-10-01

Trailer-Metalli Oy

Raimo Poutiainen
toimitusjohtaja
insinööri, auto- ja kuljetustekniikka

SISU AUTO TRUCKS OY:N OHJE (6, linkit Tieliikenne > Katsastukset > Katsastajille > Muutokset massoissa ja mitoissa > Valmistajien ohjeita)



OHJE

Tuotekehitys

23.9.2013

SISU MASSATODISTUSTEN TULKINTA

Tämän tiedotteen tarkoituksena on selvittää Sisu Auto Trucks Oy:n toimittamien massatodistusten tulkintaa ja perusperiaatteita mallistossamme. Sisu –kuorma-autoille kirjoitettu massatodistus perustuu auton alkuperäiseen rakenteeseen. Mikäli kuorma-autoon on tehty jälkikäteen muutoksia (kuten lisäakselin asennus, jousitusmuutos tai muu vastaava), massatodistus kirjoitetaan uutta rakennetta vastaavaksi ainoastaan niissä tapauksissa, joissa muutoksen tekemiseen on haettu valmistajalta kirjallinen rakennemuutoslupa.

Yhdistelmämassaa rajoittavat piirteet

Mikäli kuorma-autosta löytyy seisontajarru kahdelta akselilta, runkorakenteellisesti auton yhdistelmämassa voidaan korottaa aina 76tn asti.

Ennen kevättä 2002 valmistetuissa Sisu -kuorma-autoissa käytetty vetopalkki on D-arvoltaan 154kN. Tällöin suurin sallittu perävaunun massa on 40 tn ja yhdistelmän massa 63 tn. Kyseisen vetopalkin tunnistaa siihen meistetystä kokoonpanonumerosta 102-910-0121.

Kevään 2002 tuotannossa on otettu käyttöön direktiivin 94/20/EY mukaisesti tyyppihyväksytty Sisu SPD190 vetopalkki, jonka D-arvo on 190 kN. Kyseisen vetopalkin tunnistaa siihen kiinnitetyistä tyyppitarrasta tai meistetystä kokoonpanonumerosta 102-910-0461.

Mikäli kuorma-autossa on jonkin toisen valmistajan vetopalkki, sitä ei ole merkitty SISU-massatodistukselle.

Telirakenteet

Sisu –kuorma-autojen mallimerkinnästä on tulkittavissa auton jousitusmuoto. Mallimerkinnän –PP merkintä kertoo takajousituksen olevan ilmajousitusta vastaava. Mallistossamme käytetyt yleisimmät takapään telirakenteet ovat tunnistettavissa seuraavasti:

Mallimerkintä	Jousitus	Jakosuhte
K-KK-6x2	trapetsi tai paraabeli jousitettu teli (KK).	55,3 / 44,7
K-PP-6x2	5+1 lehtinen paraabeli jousitettu teli ja telin molemmilla akseleilla iskunvaimentimet (PP). Ilmajousitusta vastaava jousitusmuoto.	55,3 / 44,7
K-KK-6x4	paraabeli jousitettu teli.	50 / 50
K-AKK-8x2	ilmajousitus (A) + trapetsi tai paraabeli jousitettu teli (KK).	25 / 41,5 / 33,5
K-APP-8x2	ilmajousitus (A) + 5+1 lehtinen paraabeli jousitettu ja telin molemmilla akseleilla iskunvaimentimet (PP). Ilmajousitusta vastaava jousitusmuoto.	25 / 41,5 / 33,5
K-AKK-8x4	ilmajousitus + paraabeli jousitettu teli.	25 / 37,5 / 37,5

Sisu Auto Trucks Oy
PL 68 / P.O. Box 68
Tammisaarentie 45
FI-10301 Karjaa
Finland

Puh/Tel +358 (0)10 2751
Fax +358 (0)19 236044
www.sisuauto.com

Y-tunnus 1888162-7
VAT FI18881627
Kotipaikka/Domicile Raasepori

Nordea:
IBAN FI72 1744 3000 0007 48 BIC NDEAFIHH
OVT 003718881627

SISU AUTO TRUCKS OY:N OHJE (6, linkit Tieliikenne > Katsastukset > Katsastajille > Muutokset massoissa ja mitoissa > Valmistajien ohjeita)



OHJE

Tuotekehitys

23.9.2013

Sisu K-AKK-8x2 kokonaismassa ja akselimassat

Trafen tiedote katsastajille 4/2013 mukaisesti Sisu K-AKK-8x2 nostotelisen auton akselimassaa saa rajoittaa asiakkaan näin halutessa, jolloin tieliikenteessä sallittua kokonaismassa voidaan korottaa. Kyseisen mallin vetävän akselin massaa rajoittamalla 10,5 tonniin, auton kokonaismassa on mahdollista korottaa siltasäännön ja auton etuakselimassan rajoissa. Esimerkkilaskelma alla:

Sisu R500 E13M K-AKK-8x2/335+140+130

Valmistajan teknisesti sallimat akselimassat	8000 / 7500 + 12150 + 9850	37500
Tieliikennemassat täydellä 27 tn telimassalla	8000 / 6750 + 11200 + 9050	31000
Tieliikennemassat rajoitetulla vetävän akselin massalla	8000 / 6350 + 10500 + 8450	33300

Akselien mallimerkintä

Sisu –kuorma-autojen akselien mallimerkintä on löydettävissä akseliin niitatusta kilvestä. Kilpeen on merkitty akselin valmistaja, sarjanumero sekä tyyppinimi. Akselista riippuen kilpi voi sijaita joko akselipalkin tai akselin kotelon ylä- tai alapinnassa. Liitteenä esimerkkikuva kilvestä.

Kunnioittavasti,

SISU AUTO TRUCKS OY

Jani Koskinen

Hyväksynyt ja rekisteröinnit

LIITTEET: LIITE 1: Esimerkki SISU massatodistus

LIITE 2: Esimerkkikuvat vetopalkin merkinnästä ja akseliston tyyppikilvestä

SISU AUTO TRUCKS OY:N OHJE (6, linkit Tieliikenne > Katsastukset > Katsastajille > Muutokset massoissa ja mitoissa > Valmistajien ohjeita)

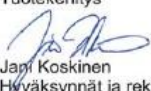


Tuotekehitys

23.9.2013

LIITE 1

Esimerkki SISU massatodistus

TODISTUS																
Tuotekehitys/ar	23.08.2013 1(1)															
SISU E12M K-AKK-8x2/325+140+130																
Valmistenumero:	YK7HCDA204K051523															
Alkuperäinen malli:	E12M K-AKK-8x2															
Moottori:	Renault V.I. E-Tech C+J01															
Käyttöönotto pvm:	28.1.2005															
Alkuperäinen akseliväli:	3250+1400+1300															
Moottorin teho:	353 kW															
Olemme valmistaneet yllämainitun auton seuraavin komponentein:																
AKSELIT:																
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Kokoonpanonro</th> <th>Tyyppi</th> <th>Jarrulaitteet</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>540-050-1111</td> <td>RVI E81NQ</td> <td>Levy 20/24 in²</td> </tr> <tr> <td>540-036-5514</td> <td>SISU FSND-08-S</td> <td>Rumpu 20 in² 165 mm</td> </tr> <tr> <td>543-082-4135</td> <td>SISU FRDP-13-S (BTE, 4,11)</td> <td>Rumpu 30/30 in² 145 mm</td> </tr> <tr> <td>150-060-4181</td> <td>SISU FRLB-13-S</td> <td>Rumpu 16 in² 145 mm</td> </tr> </tbody> </table>	Kokoonpanonro	Tyyppi	Jarrulaitteet	540-050-1111	RVI E81NQ	Levy 20/24 in ²	540-036-5514	SISU FSND-08-S	Rumpu 20 in ² 165 mm	543-082-4135	SISU FRDP-13-S (BTE, 4,11)	Rumpu 30/30 in ² 145 mm	150-060-4181	SISU FRLB-13-S	Rumpu 16 in ² 145 mm
Kokoonpanonro	Tyyppi	Jarrulaitteet														
540-050-1111	RVI E81NQ	Levy 20/24 in ²														
540-036-5514	SISU FSND-08-S	Rumpu 20 in ² 165 mm														
543-082-4135	SISU FRDP-13-S (BTE, 4,11)	Rumpu 30/30 in ² 145 mm														
150-060-4181	SISU FRLB-13-S	Rumpu 16 in ² 145 mm														
JOuset:																
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Kokoonpanonro</th> <th>Tyyppi</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>151-070-2322</td> <td>4-lehtinen paraabelijousi</td> </tr> <tr> <td>153-111-0501</td> <td>ilmajousi, max 7500 kg</td> </tr> <tr> <td>151-090-1138</td> <td>ilmajousen tukijousi</td> </tr> <tr> <td>151-012-8434</td> <td>13-lehtinen trapetsijousi</td> </tr> </tbody> </table>	Kokoonpanonro	Tyyppi	151-070-2322	4-lehtinen paraabelijousi	153-111-0501	ilmajousi, max 7500 kg	151-090-1138	ilmajousen tukijousi	151-012-8434	13-lehtinen trapetsijousi					
Kokoonpanonro	Tyyppi															
151-070-2322	4-lehtinen paraabelijousi															
153-111-0501	ilmajousi, max 7500 kg															
151-090-1138	ilmajousen tukijousi															
151-012-8434	13-lehtinen trapetsijousi															
KYTKENTÄLAITE:																
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Kokoonpanonro</th> <th>Tyyppi</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>102-910-0461</td> <td>SISU SPD190 (D arvo=190)</td> </tr> </tbody> </table>	Kokoonpanonro	Tyyppi	102-910-0461	SISU SPD190 (D arvo=190)											
Kokoonpanonro	Tyyppi															
102-910-0461	SISU SPD190 (D arvo=190)															
VALMISTAJAN SALLIMAT MASSAT																
Yllämainituilla akselilla ja jousituskomponenteilla varustettuna valmistajan sallimat massat ilman nopeusrajoitusta:																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Etuakseli, kg</th> <th>Taka-akselit, kg akseliryhmämassa, kg</th> <th>Kokonaismassa, kg</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>8 000</td> <td>7 500 + 12 150 + 9 850</td> <td>37 500</td> </tr> <tr> <td></td> <td>29 500</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Etuakseli, kg	Taka-akselit, kg akseliryhmämassa, kg	Kokonaismassa, kg	8 000	7 500 + 12 150 + 9 850	37 500		29 500								
Etuakseli, kg	Taka-akselit, kg akseliryhmämassa, kg	Kokonaismassa, kg														
8 000	7 500 + 12 150 + 9 850	37 500														
	29 500															
Yhdistelmämassa, kg	76 000															
Taulukossa ei ole otettu huomioon sallittuja rengaskuormituksia.																
SISU AUTO TRUCKS OY																
Tuotekehitys																
																
Jari Koskinen																
Hyväksynyt ja rekisteröinnit																
<table border="0"> <tr> <td> Sisu Auto Trucks Oy PL 68 / P.O. Box 68 Tammissaarentie 45 FI-10301 Karjaa Finland </td> <td> Puh/Tel +358 (0)10 2751 Fax +358 (0)19 236044 www.sisuauto.com </td> <td> Y-tunnus 1888162-7 VAT FI18881627 Kotipaikka/Domicile Raasepori </td> <td> Nordea: IBAN FI72 1744 3000 0007 48 BIC NDEAFIHH OVT 003718881627 </td> </tr> </table>			Sisu Auto Trucks Oy PL 68 / P.O. Box 68 Tammissaarentie 45 FI-10301 Karjaa Finland	Puh/Tel +358 (0)10 2751 Fax +358 (0)19 236044 www.sisuauto.com	Y-tunnus 1888162-7 VAT FI18881627 Kotipaikka/Domicile Raasepori	Nordea: IBAN FI72 1744 3000 0007 48 BIC NDEAFIHH OVT 003718881627										
Sisu Auto Trucks Oy PL 68 / P.O. Box 68 Tammissaarentie 45 FI-10301 Karjaa Finland	Puh/Tel +358 (0)10 2751 Fax +358 (0)19 236044 www.sisuauto.com	Y-tunnus 1888162-7 VAT FI18881627 Kotipaikka/Domicile Raasepori	Nordea: IBAN FI72 1744 3000 0007 48 BIC NDEAFIHH OVT 003718881627													

Sisu Auto Trucks Oy
 PL 68 / P.O. Box 68
 Tammissaarentie 45
 FI-10301 Karjaa
 Finland

Puh/Tel +358 (0)10 2751
 Fax +358 (0)19 236044
 www.sisuauto.com

Y-tunnus 1888162-7
 VAT FI18881627
 Kotipaikka/Domicile Raasepori

Nordea:
 IBAN FI72 1744 3000 0007 48 BIC NDEAFIHH
 OVT 003718881627

SISU AUTO TRUCKS OY:N OHJE (6, linkit Tieliikenne > Katsastukset > Katsastajille > Muutokset massoissa ja mitoissa > Valmistajien ohjeita)



Tuotekehitys

23.9.2013

LIITE 2

Esimerkkikuvat SISU vetopalkin merkinnästä ja akseliston tyyppikilvestä



Kuva 1. SISU SPD190 vetopalkin kokoonpanonumeron sijainti.



Kuva 2. SISU akseliston tyyppikilpi.

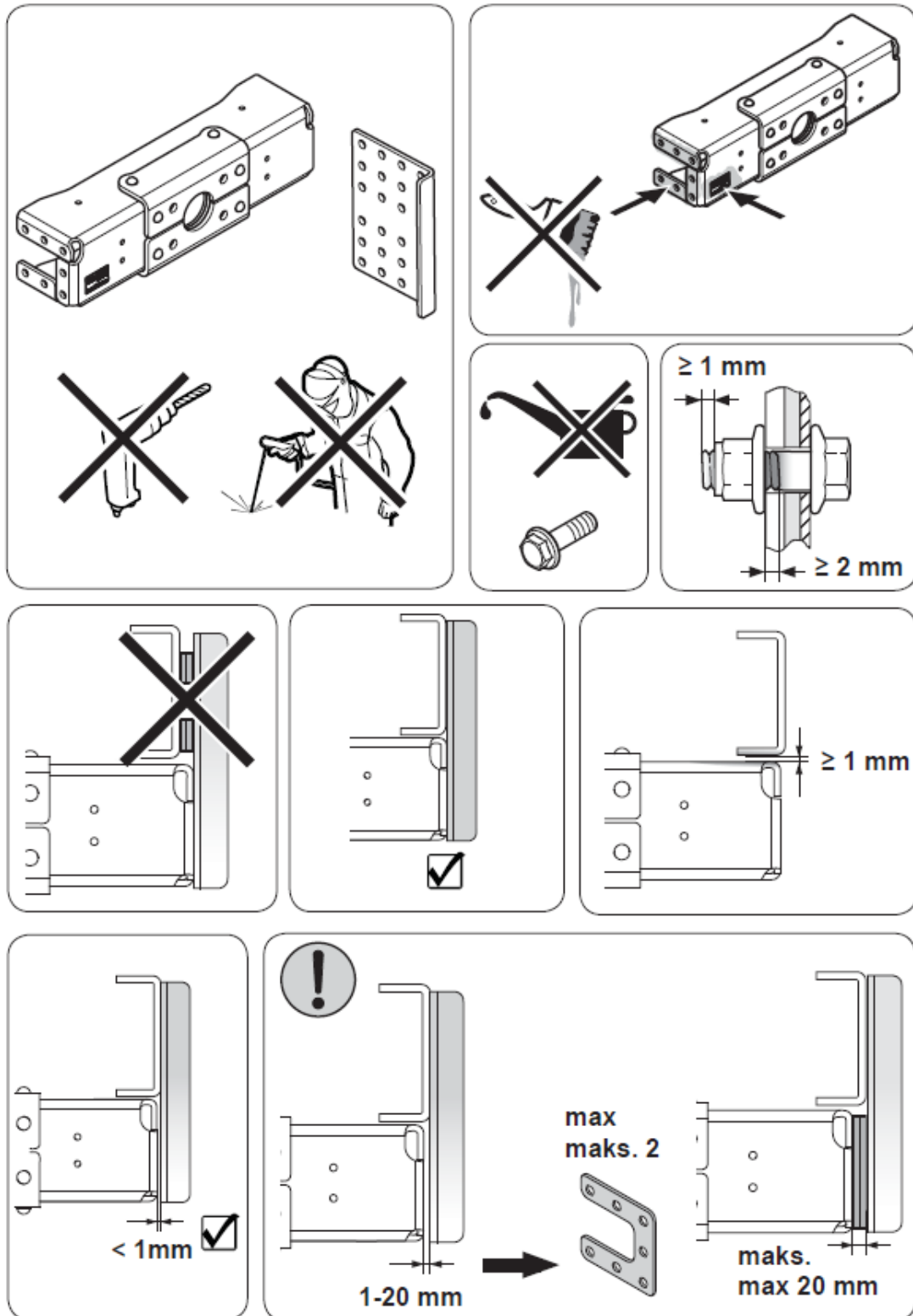
Sisu Auto Trucks Oy
PL 68 / P.O. Box 68
Tammisaarentie 45
FI-10301 Karjaa
Finland

Puh/Tel +358 (0)10 2751
Fax +358 (0)19 236044
www.sisuauto.com

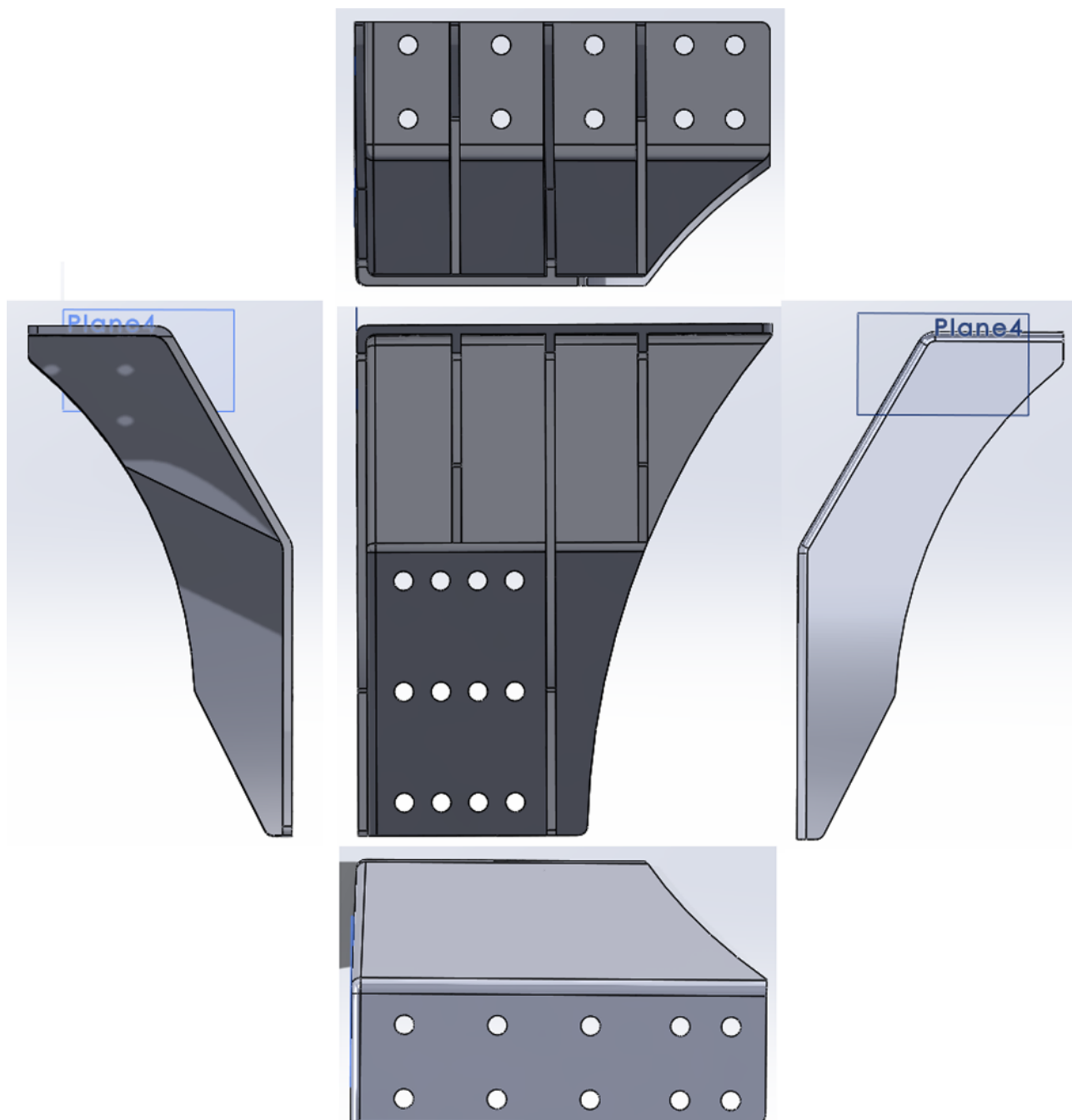
Y-tunnus 1888162-7
VAT FI18881627
Kotipaikka/Domicile Raasepori

Nordea:
IBAN FI2 1744 3000 0007 48 BIC NDEAFHH
OVT 003718881627

Vetopalkin ja poskilevyjen kiinnitys rajoituksia (28, linkit Products > Drawbeam System > Endplate kits > Mounting instructions > EDH-3 s.4)



Vahvistettu poskilevy, apukuljettajan puoli (4)



Vahvistettu poskilevy, kuljettajan puoli (4)

